

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-257648

(P2002-257648A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テーマコード(参考)
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	A 2 F 0 5 1
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
G 0 1 L 5/22		G 0 1 L 5/22	

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2001-55969(P2001-55969)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 清水 康夫

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 末吉 俊一郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100067356

弁理士 下田 容一郎 (外1名)

Fターム(参考) 2F051 AA01 AB05 BA03

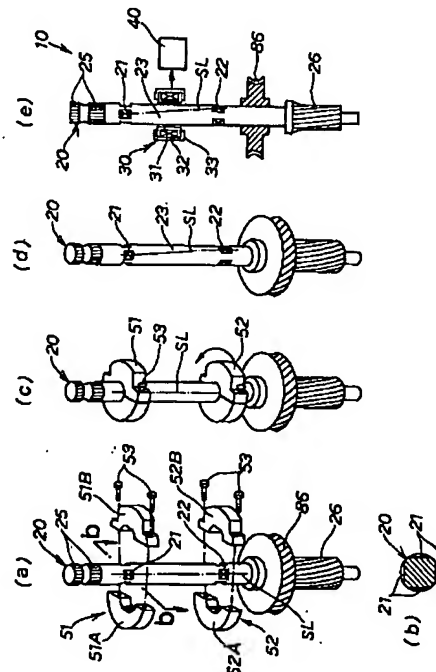
3D033 CA16 CA28

(54) 【発明の名称】 トルク検出装置及びトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 トルク検出装置において、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消するとともに、作用トルクの方角と大きさを簡単な構成で確実に検出できるようにすること。

【解決手段】 トルク検出装置10は、回転軸20に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部21、22を設け、一対の被固定部21、22間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する永久歪み部23を設け、永久歪み部23の周囲に、永久歪み部23に生じた磁歪効果を電気的に検出する多層ソレノイド巻きコイル32を設けたものである。永久歪み部23は、回転軸20のうち、被固定部21、22を握ることで永久歪みが付与された部分である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、これら一対の被固定部間に、被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する永久歪み部を設け、この永久歪み部の周囲に、永久歪み部に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置。

【請求項 2】 回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、前記回転軸の表面に且つ一対の被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり一対の被固定部を振ることで歪みが付与された磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、この磁歪膜の周囲に、磁歪膜に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 記載のトルク検出装置を、車両用ステアリングホイールで発生したステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルクセンサとして搭載した電動パワーステアリング装置であって、前記回転軸は、前記ステアリングホイールで自在軸継手を介して回転するピニオン軸であり、前記一対の被固定部の一方は、前記自在軸継手に連結するべく前記ピニオン軸の一端部に形成したスプライン結合部又はセレーション結合部であり、前記一対の被固定部の他方は、操舵車輪に連結するラックアンドピニオン機構のピニオンであることを特徴とするトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】 回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第 1 被固定部、第 2 被固定部並びに第 3 被固定部をこの順に設け、これら第 1・第 2 被固定部間に、第 1・第 2 被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第 1 永久歪み部を設け、前記第 2・第 3 被固定部間に、第 2・第 3 被固定部を振ることで前記第 1 永久歪み部とは異なる永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第 2 永久歪み部を設け、これら第 1・第 2 永久歪み部の周囲に、第 1・第 2 永久歪み部に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置。

【請求項 5】 回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第 1 被固定部、第 2 被固定部並びに第 3 被固定部をこの順に設け、前記回転軸の表面に且つ第 1・第 2 被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第 1・第 2 被固定部を振ることで歪みが付与された第 1 磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、前記回転軸の表面に且つ第 2・第 3 被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第 2・第 3 被固定部を振ることで前記第 1 磁歪膜とは異なる歪みが付与された第 2 磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、これら第 1・第 2 磁歪膜の周囲に、第 1・第 2 磁歪膜に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置。

【請求項 6】 請求項 4 又は請求項 5 記載のトルク検出装置を、車両用ステアリングホイールで発生したステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルクセンサとして搭載した電動パワーステアリング装置であって、前記回転軸は、前記ステアリングホイールで自在軸継手を介して回転するピニオン軸であり、前記第 1 被固定部は、前記自在軸継手に連結するべく前記ピニオン軸の一端部に形成したスプライン結合部又はセレーション結合部であり、前記第 3 被固定部は、操舵車輪に連結するラックアンドピニオン機構のピニオンであることを特徴とするトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、トルク検出装置及びトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 回転軸に作用したトルクを検出するトルク検出装置としては多くの種類があり、その代表的なものとしてトーションバーを用いる方式がある。この種のトルク検出装置としては、例えば特開平 7-333082 号公報「操舵トルクセンサ」（以下、「従来の技術」と言う。）が知られている。

【0003】 上記従来の技術は同公報の図 1 に示される通り、入力軸 6（番号は公報に記載されたものを引用した。以下同じ。）と出力軸 7 との間をトーションバー 8 で連結し、これら入・出力軸 6、7 間の相対ねじれ角を検出コイル 2a、2b で検出するというものである。このトルク検出装置は電動パワーステアリング装置に搭載することができる。すなわち、ステアリングホイールを介して入・出力軸 6、7 間に作用した操舵トルクをトルク検出装置で検出し、操舵トルクに応じた補助トルクを電動機で発生し、補助トルクを減速機構を介してステアリング系に付加することで、操舵トルクを補助トルクにて補助することができる。この結果、運転者の操舵力を軽減して快適な操舵感覚（操舵フィーリング）を与えることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の技術はトーションバー 8 を用いたものであるから、トルクに応じてトーションバー 8 がねじれた分だけ、入・出力軸 6、7 間に相対的な角度変位が発生する。このトルク検出装置を電動パワーステアリング装置に搭載した場合には、ステアリングホイールの操舵に対して操舵車輪の動作には若干の時間遅れが生じる。特に、車速の増加に応じて補助トルクを減少させることで、ステアリングホイールの手応え感を増すようにした場合には、車速が増すほど操舵時のトーションバー 8 のねじれ量は増大する。ねじれ量に応じて発生する時間遅れは、操舵感覚に微妙な影響

を及ぼす。一方、電動パワーステアリング装置においては、運転者の操舵感覚をできるだけ高めることが求められる。しかし、上記従来のトルク検出装置を搭載した場合に、操舵感覚をより高めるには限界がある。

【0005】そこで本発明の目的は、(1)トルク検出装置において、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消できるとともに、作用トルク

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、これら一対の被固定部間に、被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する永久歪み部を設け、この永久歪み部の周囲に、永久歪み部に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置である。

【0007】トルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、トルクが作用したときに、ねじれ角(角度変位)が極めて小さくてすむ。回転軸のねじれ角が小さくても、トルクに応じて永久歪み部に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを速やかに検出することができる。

【0008】さらには、一対の被固定部に工具や治具を掛けて振ることで、回転軸のうち被固定部間に正確な永久歪みを付与した永久歪み部を設けた。この永久歪み部は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する部分である。回転軸に永久歪み部を設けることで、永久歪み部の磁歪特性曲線の原点は、永久歪みを付与する前の原点に対してずれる。永久歪み部に生じた磁歪効果を検出部にて検出することで、回転軸に作用するトルクの方

【0009】請求項2は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、回転軸の表面に且つ一対の被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり一対の被固定部を振ることで歪みが付与された磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、この磁歪膜の周囲に、磁歪膜に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部を設けたトルク検出装置である。

【0010】トルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。回転軸のねじれ角が小さくても、トルクに応じて磁歪膜に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを速やかに検出することができる。

【0011】さらには、一対の被固定部に工具や治具を掛けて振ることで、回転軸のうち被固定部間に正確な歪

みを付与した磁歪膜を設けた。この磁歪膜は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する部分である。歪みを付与した磁歪膜を回転軸に設けることで、磁歪膜の磁歪特性曲線の原点は、歪みを付与する前の原点に対してずれる。回転軸に生じた磁歪効果を検出部にて検出することで、回転軸に作用するトルクの方

【0012】さらにまた、回転軸を振るトルクは、磁歪膜に歪みを付与するだけの小さいものである。このトルクは回転軸を弾性領域で緩く振る程度である。被固定部に過大なトルクを入力する必要がないので、トルクの管理は一層容易であり、また、トルクの精度を高くすることができる。しかも、回転軸を弾性領域で緩く振る程度であるから、被固定部にトルクを入力する設備を簡単に軽量な構成にすることができる。

【0013】請求項3は、請求項1又は請求項2記載のトルク検出装置を、車両用ステアリングホイールで発生したステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルクセンサとして搭載した電動パワーステアリング装置である。請求項3は、回転軸が、ステアリングホイールで自在軸継手を介して回転するピニオン軸であり、一対の被固定部の一方が、自在軸継手に連結するべくピニオン軸の一端部に形成したスプライン結合部又はセレーション結合部であり、一対の被固定部の他方が、操舵車輪に連結するラックアンドピニオン機構のピニオンであることを特徴とする。

【0014】電動パワーステアリング装置に搭載したトルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、操舵トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールの操舵に対して操舵車輪の動作に時間遅れが生じることはない。従って、操舵トルクに応じた補助トルクを発生させて補助する電動パワーステアリング装置の応答性を、より高めることができる。このため、操舵感覚をより高めることができる。特に、車速の増加に応じて補助トルクを減少させることで、ステアリングホイールの手応え感を増すようにした場合であっても、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールを操舵したときに、その操舵角を直接的に操舵車輪に伝達することができ、応答性の良い小気味良い操舵が可能になる。

【0015】さらには、回転軸のスプライン結合部又はセレーション結合部が、一方の被固定部の役割を兼ね、回転軸のピニオンが、他方の被固定部の役割を兼ねるようにしたので、工具や治具を掛けて振るための被固定部を設ける必要がない。従って、回転軸の剛性をより高めることができる。

【0016】請求項4は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部、第2被固定部並びに第3被固定部をこの順に設け、これら第1・第2被固定部間

10

20

30

40

50

に、第1・第2被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第1永久歪み部を設け、第2・第3被固定部間に、第2・第3被固定部を振ることで第1永久歪み部とは異なる永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第2永久歪み部を設け、これら第1・第2永久歪み部の周囲に、第1・第2永久歪み部に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部を設けたトルク検出装置である。

【0017】トルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。回転軸のねじれ角が小さくても、トルクに応じて永久歪み部に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを速やかに検出することができる。

【0018】さらには、第1・第2・第3被固定部に掛けた工具や治具を振ることで、回転軸のうち第1・第2・第3被固定部間に、互いに異なり且つ正確な永久歪みを付与した第1・第2永久歪み部を設けた。第1・第2永久歪み部は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する部分である。回転軸に第1・第2永久歪み部を設けることで、第1・第2永久歪み部の磁歪特性曲線の原点は、永久歪みを付与する前の原点に対してずれる。第1永久歪み部の磁歪特性に対して、第2永久歪み部の磁歪特性は異なる特性を有する。互いに異なる磁歪特性を有する第1・第2永久歪み部に生じた磁歪効果を検出部にて各々検出することで、回転軸に作用するトルクの方向と大きさを検出することができるとともに、異なる2つの検出値を比較することでトルク検出装置の故障診断を実施することができる。しかも、異なる2つの検出値の差分が、トルク測定範囲において変化するものであれば、2つの検出値の差分に基づいて、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができ、環境温度の変化に対して変化しない、より優れたトルク検出信号を得ることができる。

【0019】請求項5は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部、第2被固定部並びに第3被固定部をこの順に設け、回転軸の表面に且つ第1・第2被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第1・第2被固定部を振ることで歪みが付与された第1磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、回転軸の表面に且つ第2・第3被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第2・第3被固定部を振ることで第1磁歪膜とは異なる歪みが付与された第2磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、これら第1・第2磁歪膜の周囲に、第1・第2磁歪膜に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部を設けたトルク検出装置である。

【0020】トルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてす

む。回転軸のねじれ角が小さくても、トルクに応じて第1・第2磁歪膜に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを速やかに検出することができる。

【0021】さらには、第1・第2・第3被固定部に掛けた工具や治具を振ることで、回転軸のうち第1・第2・第3被固定部間に、互いに異なり且つ正確な歪みを付与した第1・第2磁歪膜を設けた。第1・第2磁歪膜は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する部分である。回転軸に第1・第2磁歪膜を設けることで、第1・第2磁歪膜の磁歪特性曲線の原点は、歪みを付与する前の原点に対してずれる。第1磁歪膜の磁歪特性に対して、第2磁歪膜の磁歪特性は異なる特性を有する。互いに異なる磁歪特性を有する第1・第2磁歪膜に生じた磁歪効果を検出部にて各々検出することで、回転軸に作用するトルクの方向と大きさを検出することができるとともに、異なる2つの検出値を比較することでトルク検出装置の故障診断を実施することができる。しかも、異なる2つの検出値の差分が、トルク測定範囲において変化するものであれば、2つの検出値の差分に基づいて、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができ、環境温度の変化に対して変化しない、より優れたトルク検出信号を得ることができる。

【0022】さらにまた、回転軸を振るトルクは、第1・第2磁歪膜に歪みを付与するだけの小さいものですむ。このトルクは回転軸を弾性領域で緩く振る程度である。第1・第2・第3被固定部に過大なトルクを入力する必要がないので、トルクの管理は一層容易であり、また、トルクの精度を高くすることができる。しかも、回転軸を弾性領域で緩く振る程度であるから、第1・第2・第3被固定部にトルクを入力する設備を簡単に軽量の構成にすることができる。

【0023】請求項6は、請求項4又は請求項5記載のトルク検出装置を、車両用ステアリングホイールで発生したステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルクセンサとして搭載した電動パワーステアリング装置である。請求項6は、回転軸が、ステアリングホイールで自在軸継手を介して回転するピニオン軸であり、第1被固定部が、自在軸継手に連結するべくピニオン軸の一端部に形成したスプライン結合部又はセレーション結合部であり、第3被固定部が、操舵車輪に連結するラックアンドピニオン機構のピニオンであることを特徴とする。

【0024】電動パワーステアリング装置に搭載したトルク検出装置の回転軸は、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸であるから、操舵トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールの操舵に対して操舵車輪の動作に時間遅れが生じることはない。従って、操舵トルクに応じた補助トルクを発生させて補助する電動パワーステアリング装置の応答性を、より高めることができる。このため、操舵感覚をより高めることができる。特に、

車速の増加に応じて補助トルクを減少させることで、ステアリングホイールの手応え感を増すようにした場合であっても、回転軸のねじれ角が極めて小さくすむ。このため、ステアリングホイールを操舵したときに、その操舵角を直接的に操舵車輪に伝達することができ、応答性の良い小気味良い操舵が可能になる。

【0025】さらには、回転軸のスプライン結合部又はセレーション結合部が、第1被固定部の役割を兼ね、回転軸のピニオンが、第3被固定部の役割を兼ねるようにしたので、工具や治具を掛けて振るための被固定部として第2被固定部だけですむ。従って、回転軸の剛性をより高めることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。先ずトルク検出装置及びトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置の第1実施例について、図1～図6に基づき説明する。

【0027】図1(a)～(e)は本発明に係るトルク検出装置(第1実施例)の構成図兼製造手順説明図である。(e)に示す第1実施例のトルク検出装置10は、円柱状の回転軸20に、永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する永久歪み部23を設け、この永久歪み部23の周囲に、永久歪み部23に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部30を設け、検出部30の検出信号を出力回路部40で処理してトルク検出信号として出力するようにした、磁歪式トルクセンサである。

【0028】回転軸20の材質は、例えばニッケルクロムモリブデン鋼鋼材(JIS-G-4103、記号; SNCM)等の強磁性の材料である。第1実施例は回転軸20に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部21、22を設け、これら一対の被固定部21、22間に、被固定部21、22を振ることで永久歪みが付与された永久歪み部23を設けたことを特徴とする。

【0029】検出部30は、回転軸20の永久歪み部23を包囲するように設けたものであり、回転軸20を通した筒状のコイルボビン31と、コイルボビン31に巻いた多層ソレノイド巻きコイル32(以下、単に「コイル32」と言う。)と、コイル32の周囲を囲う磁気シールド用バックヨーク33と、からなる。コイル32は、回転軸20の外周面から微小の空隙を有して、回転軸20の磁気回路内に配置することで、永久歪み部23にトルクが作用したときの透磁率の変化に応じてインピーダンスが変化するものである。

【0030】次に、回転軸20に永久歪み部23を設けて検出部30を組付ける手順を、図1(a)～(e)に基づき説明する。(b)は(a)のb-b線断面図である。(a)及び(b)に示すように、一対の被固定部21、22は回転軸20の外周面を2面取り又は4面取り

することで形成した少なくとも一対の平坦面である。回転軸20に永久歪み部23を設けるには、上下の被固定部21、22に工具51、52を掛けて回転軸20を所定角度だけ振ることで、所定の永久歪みを付与する。

【0031】例えば、先ず(a)において上下の被固定部21、22に2分割状(半割り状)の工具51、52を当ててボルト53にて組付ける。工具51は左右の工具半体51A、51Bを組合せた円盤状部材である。工具52は左右の工具半体52A、52Bを組合せた円盤状部材である。なお、回転軸20の「ねじれ状態」の理解を容易にするために、回転軸20の表面に軸長手方向に延びる参考線SLを記載した。(a)の回転軸20に振れないので、参考線SLは直線である。

【0032】次に、(c)において一方の工具51を固定するとともに他方の工具52を振る、又は、上下の工具51、52を互いに逆方向に振ることで、過大なトルクを所定時間加え、回転軸20を塑性変形させて永久歪みを付与する。このときのトルクは、例えば30～40 Kg・m程度である。

【0033】その後トルクを除き、上下の被固定部21、22から工具51、52を外す。このようにして、(d)のように回転軸20のうち被固定部21、22間に永久歪みを付与することができる。回転軸20のうち、永久歪みを付与された部分は、永久歪み部23となる。この状態では回転軸20に振れが有るので、参考線SLは螺旋状になる。その後、永久歪み部23を設けた回転軸20に、(e)のように検出部30を組付けることで、トルク検出装置10を得ることができる。

【0034】以上の説明から明かなように第1実施例は、回転軸20に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部21、22を設け、これら被固定部21、22を振ることで、一対の被固定部21、22間に所定の永久歪みを付与した永久歪み部23を設けるようにしたことを特徴とする。一対の被固定部21、22に、工具51、52や治具を確実に且つ安定的に掛けることができる。従って、工具51、52や治具を所定角度だけ振ることで、回転軸20のうち被固定部21、22間に、所定の永久歪みを正確に且つ確実に付与することができる。

【0035】図2は本発明に係るトルク検出装置(第1実施例)の回路図である。トルク検出装置の出力回路部40は、コイル32と抵抗値一定の抵抗41とを直列接続した直列回路42に、交流電圧供給源43から交流電圧を印加し、コイル32のインピーダンスの変化を交流電圧に変換し検出部30の検出信号として取出し、この交流電圧の検出信号をダイオード44で整流した後に、ローパスフィルタ45でノイズの少ない直流電圧の検出信号に変換し、この直流電圧の検出信号を増幅器46で増幅し、トルク検出信号として出力端子47から出力するようにしたものである。直列回路42にダイオード4

4を接続した回路は整流回路である。ローパスフィルタ45は、抵抗48とコンデンサ49とからなる平滑回路である。

【0036】図3は本発明に係るトルク検出装置（第1実施例）の磁歪特性図であり、横軸に回転軸に作用するトルクTの変化を示し、縦軸にコイルのインピーダンスの変化を示す。ここで磁歪特性曲線SPは、横軸のトルク原点T1（トルクT=0の点）から右半分が回転軸20に右回りのトルクが作用したときの特性であり、また、トルク原点T1から左半分が回転軸20に左回りのトルクが作用したときの特性であって、トルク原点T1を通る縦線に対して左右の特性が線対称である。このため、コイル32のインピーダンスの絶対値から、すなわち、回転軸20の透磁率の絶対値からは、右回りのトルクであるか、又は左回りのトルクであるかを判別することができない。

【0037】そこで本発明者等は、作用トルクに対する磁性回転軸20の透磁率の関係を検討した結果、回転軸20を振って永久歪みを付与することにより、トルク検出装置に採用する回転軸20のトルク原点T1を、トルク原点T2（トルクT≠0）にずらすことができることを見出した。すなわち、トルク作用開始点を移動させた。

【0038】永久歪みを付与した結果、磁歪特性曲線SPは、トルク原点T2を通る縦線に対して左右の特性が非対称な特性を有する。従って磁歪特性曲線SPのうち、トルク原点T2を基準にした左右一定の範囲A1、A2を使用することで、インピーダンスの絶対値の大きさからトルクの方と大きさが判る。

【0039】上述のように、正確な永久歪みが付与された回転軸20を用いることにより、上記図2に示す回転軸20に作用するトルクに応じて永久歪み部23の透磁率が変化し、このときのコイル32におけるインピーダンスの変化を出力回路部40にて検出することで、トルクの方とトルクの値とを正確に検出することができる。

【0040】次に、上記第1実施例のトルク検出装置10を電動パワーステアリング装置に搭載した例について説明する。図4は本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1実施例）の模式図である。第1実施例の電動パワーステアリング装置60は、車両のステアリングホイール71から操舵車輪（前輪）79、79に至るステアリング系70と、このステアリング系70に補助トルクを加える補助トルク機構80とからなる。

【0041】ステアリング系70は、ステアリングホイール71にステアリングシャフト72及び自在軸継手73、73を介して回転軸20を連結し、回転軸20にラックアンドピニオン機構75を介してラック軸76を連結し、ラック軸76の両端に左右のタイロッド77、77及びナックル78、78を介して左右の操舵車輪7

9、79を連結したものである。ラックアンドピニオン機構75は、回転軸20に形成したピニオン26に、ラック軸76に形成したラック76aを噛み合わせたものである。運転者がステアリングホイール71を操舵することで、この操舵トルクによりラックアンドピニオン機構75及び左右のタイロッド77、77を介して、左右の操舵車輪79、79を操舵することができる。

【0042】補助トルク機構80は、ステアリングホイール71に加えたステアリング系70の操舵トルクをトルク検出装置10で検出し、このトルク検出信号に基づき制御手段81で制御信号を発生し、この制御信号に基づき操舵トルクに応じた補助トルクを電動機82で発生し、補助トルクを減速機構84及び回転軸20を介して、ステアリング系70のラックアンドピニオン機構75に伝達し、このラックアンドピニオン機構75及び左右のタイロッド77、77によって、左右の操舵輪79、79を操舵することができる。従って、運転者の操舵トルクに電動機82の補助トルクを加えた複合トルクによって、操舵輪79、79を操舵することができる。

【0043】図5は本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1実施例）の全体構成図であり、左端部及び右端部を断面して表したものである。この図は、電動パワーステアリング装置60のラック軸76を、車幅方向（図左右方向）に延びるハウジング91に軸方向へスライド可能に収容したことを示す。ラック軸76は、ハウジング91から突出した長手方向両端にボールジョイント92、92を介してタイロッド77、77を連結した軸である。93、93はダストシール用ブーツである。

【0044】図6は図5の6-6線断面図であり、電動パワーステアリング装置60の縦断面構造を示す。電動パワーステアリング装置60は、トルク検出装置10、回転軸20、ラックアンドピニオン機構75及び減速機構84をハウジング91に収納し、このハウジング91の上部開口を上部カバー部94で塞いだものである。トルク検出装置10は、上部カバー部94に取付けたものである。

【0045】ハウジング91は、上下に延びる回転軸20の上部、長手中央部及び下端を3個の軸受95～97を介して回転可能に支承したものであり、さらに電動機82を取付けるとともに、ラックガイド100を備える。

【0046】回転軸20は、上記図4に示すようにステアリングホイール71で自在軸継手73を介して回転するピニオン軸である。すなわち回転軸20は、上端部（一端部）に自在軸継手73に連結するスプライン結合部25又はセレーション結合部25を形成し、下端部（他端部）にピニオン26を形成したものである。

【0047】ラックガイド100は、ラック76aの反対側からラック軸76にガイド部101を当て、更に圧縮ばね102を介して調整ボルト103にて押すことで

ラック76aに予圧を与えて、ラック76aをビニオン26に押し付けるものである。104はロックナットである。

【0048】減速機構84は、電動機82で発生した補助トルクを回転軸20に伝達するウォームギヤ機構、すなわち倍力機構である。詳しく述べると減速機構84は、電動機82の出力軸83に設けたウォーム85と、回転軸20に結合するとともにウォーム85に噛み合わせたウォームホイール86（以下、単に「ホイール86」と言う。）とからなる。ホイール86は回転軸20に、焼き込み等で実質的に一体に結合したものである。図中、111はオイルシール、112～114は止め輪、115はスペーサ、116はリングである。

【0049】次に、トルク検出装置及びトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置の他の実施例について説明する。なお、上記図1～6に示す第1実施例と同様の構成については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0050】図7(a)～(f)は本発明に係るトルク検出装置（第2実施例）の構成図兼製造手順説明図である。(f)に示すトルク第2実施例の検出装置200は、回転軸20の表面に磁歪膜201を所定幅Wで全周にわたって設け、この磁歪膜201の周囲に、磁歪膜201に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部30を設け、検出部30の検出信号を出力回路部40で処理してトルク検出信号として出力するようにした、磁歪式トルクセンサである。

【0051】磁歪膜201は、一対の被固定部21、22間に設けた所定厚みのメッキ層からなる。このメッキ層は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する膜であり、一対の被固定部21、22を振ることで歪みが付与されたことを特徴とする。磁歪膜201は、歪みの変化に対して磁束密度の変化の大きい材料からなる膜であり、例えば、回転軸20の外周面に気相メッキ法で形成したNi-Fe系の合金膜である。この合金膜の厚みは例えば5～20 μ m程度である。Ni-Fe系の合金膜は、Niを概ね20重量%含んだ場合と概ね50重量%含んだ場合に、磁歪定数が大きくなるので磁歪効果が高まる傾向にあり、このようなNi含有率の材料を使用することが好ましい。例えば、Ni-Fe系の合金膜として、Niを50～60重量%含み、残りがFeである材料を使用する。なお、磁歪膜201は強磁性体の膜であればよく、パーマロイ（Ni；約78重量%、Fe；残り）やスーパーマロイ（Ni；78重量%、Mo；5重量%、Fe；残り）の膜であってもよい。ここで、Niはニッケル、Feは鉄、Moはモリブデンである。

【0052】上述のように、歪みが付与された磁歪膜201を回転軸20に設けたので、回転軸20を介して磁歪膜201にトルクが作用したときに、このトルクに応じて磁歪膜201の透磁率が変化し、このときの上記図

2に示すコイル32におけるインピーダンスの変化を出力回路部40にて検出することで、トルクの方角とトルクの値とを検出することができる。

【0053】次に、上記構成の回転軸20に歪みを有した磁歪膜201を設けて検出部30を組付ける手順について、図7(a)～(f)に基づき説明する。(b)は(a)のb-b線断面図である。(a)～(c)に示す手順については、上記図1(a)～(c)に示す手順と同じなので、説明を省略する。但し、回転軸20を振る際のトルク及びトルク作用時間は、第1実施例よりも小さいものであり、回転軸20自体に永久歪みが残らない程度である。すなわち、回転軸20を弾性領域で緩く振るものである。このトルクは、例えば3～6Kgf・m程度である。

【0054】(d)は回転軸20を振った状態を示す。この状態では回転軸20に振れが有るので、参考線SLは螺旋状になる。次にこの振った状態で、回転軸20の外周面に且つ被固定部21、22間の所定位置にメッキ処理を施すことにより、メッキ層からなる磁歪膜201を形成する。なお、磁歪膜201の「ねじれ状態」の理解を容易にするために、磁歪膜201の表面に軸長手方向に延びる参考線SL1を記載した。(d)では磁歪膜201に振れがないので、参考線SL1は軸長手方向の直線である。

【0055】その後、トルクを除いて回転軸20の振り状態を元に戻し、上下の被固定部21、22から工具51、52を外す。この状態では回転軸20に振れがないので、参考線SLは(e)のように軸長手方向の直線に戻る。また、磁歪膜201に振れが有るので、参考線SL1は螺旋状になる。このようにして、(e)のように磁歪膜201を永久的に変形させることで、結果的に磁歪膜201に永久的に歪みを付与することができる。すなわち、振った回転軸20を元に戻すだけで磁歪膜201に歪みが永久的に残る。その後、磁歪膜201を設けた回転軸20に、(f)のように検出部30を組付けることで、トルク検出装置200を得ることができる。

【0056】第2実施例によれば、回転軸20を振るトルクは、結果的に磁歪膜201に歪みを付与するだけの小さいものですむ。このトルクは回転軸20を弾性領域で緩く振る程度である。上記第1実施例のように、被固定部21、22に過大なトルクを入力する必要がないので、トルクの管理は一層容易である。しかも、回転軸20を弾性領域で緩く振る程度であるから、被固定部21、22にトルクを入力する設備を簡単に軽量な構成にすることができる。

【0057】さらには、入力トルクが小さいので、回転軸20に設ける被固定部21、22を小さくすることができる。すなわち、(b)に示す被固定部21、22としての平坦面を浅くすることができる。その分、回転軸20を大径にすることによって回転軸20のねじり剛性

をより高めることができる。

【0058】なお、上記図7(a)～(f)の手順において、①回転軸20のうち被固定部21、22間にメッキ処理を施して、磁歪膜201を形成した後に、②被固定部21、22に工具51、52を掛けて回転軸20を振ることで、③磁歪膜201を塑性変形させて所定の永久歪みを付与することにより、結果的に磁歪膜201に永久的に歪みを与えてもよい。

【0059】次に、上記構成・作用のトルク検出装置200を電動パワーステアリング装置に搭載した例について説明する。図8は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第2実施例)の縦断面図であり、上記図6に対応する図である。第2実施例の電動パワーステアリング装置260は、歪みが付与された磁歪膜201を設けた回転軸20を用いたことを特徴とする。他の構成については、上記図4～図6に示すものと同一であり、説明を省略する。

【0060】図9は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第3実施例)の縦断面図であり、上記図6に対応する図である。第3実施例のトルク検出装置300及びトルク検出装置300を搭載した電動パワーステアリング装置360は、上記図1～図6に示す第1実施例のトルク検出装置10及び電動パワーステアリング装置60に対し、(1)一对の被固定部21、22を廃止するとともに、(2)回転軸20のスプライン結合部25又はセレーション結合部25が、一方の被固定部21の役割を兼ね、(3)回転軸20のビニオン26が、他方の被固定部22の役割を兼ねるようにしたことを特徴する。

【0061】上述のように回転軸20は、その軸長手中央部分にホイール86を実質的に一体に結合したものである。この結果、回転軸20のうちホイール86を結合した部分の剛性は極めて大きい。スプライン結合部25又はセレーション結合部25に工具を掛けるとともに、ビニオン26に工具を掛け、これらの工具を回して回転軸20を振ったときに、回転軸20は軸長手方向全体にわたって均一に塑性変形することはない。回転軸20は、スプライン結合部25又はセレーション結合部25と、ホイール86結合部分との間、すなわち径方向の断面面積がほぼ同一の部分で塑性変形が発生する。従って、この第3実施例の永久歪み部23も、上記図6に示す第1実施例と同様の磁歪特性を得ることができる。しかも、回転軸20に工具や治具を掛けて振るための被固定部を特別に設ける必要はない。従って、回転軸20の剛性をより高めることができる。

【0062】図10は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第4実施例)の縦断面図であり、上記図8に対応する図である。第4実施例のトルク検出装置400及びトルク検出装置400を搭載した電動パワーステアリング装置460は、上記図7～図8に示す第2実施例

のトルク検出装置200及び電動パワーステアリング装置260に対し、(1)一对の被固定部21、22を廃止するとともに、(2)回転軸20のスプライン結合部25又はセレーション結合部25が、一方の被固定部21の役割を兼ね、(3)回転軸20のビニオン26が、他方の被固定部22の役割を兼ねるようにしたことを特徴する。第4実施例においても、上記第3実施例と同様に、回転軸20に工具や治具を掛けて振るための被固定部を特別に設ける必要はない。従って、回転軸20の剛性をより高めることができる。

【0063】図11(a)～(e)は本発明に係るトルク検出装置(第5実施例)の構成図兼製造手順説明図である。(e)に示す第5実施例のトルク検出装置500は、回転軸20に、永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第1永久歪み部524及び第2永久歪み部525を設け、これら第1・第2永久歪み部524、525の周囲に、第1・第2永久歪み部524、525に生じた磁歪効果を電気的に検出する検出部530を設け、検出部530の検出信号を出力回路部540で処理してトルク検出信号として出力するようにした、磁歪式トルクセンサである。

【0064】第5実施例は回転軸20に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部521、第2被固定部522並びに第3被固定部523をこの順に設け、第1・第2被固定部521、522間に、第1・第2被固定部521、522を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第1永久歪み部524を設け、第2・第3被固定部522、523間に、第2・第3被固定部522、523を第1・第2被固定部521、522とは逆方向に振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第2永久歪み部525を設けたことを特徴とする。第1永久歪み部524の永久歪みの方向に対して、第2永久歪み部525の永久歪みの方向は逆向きである。

【0065】検出部530は、回転軸20の第1・第2永久歪み部524、525を包囲するように設けたものである。詳しく述べると、検出部530は、回転軸20を通した筒状のコイルボビン531と、コイルボビン531に巻いた第1多層ソレノイド巻きコイル532A並びに第2多層ソレノイド巻きコイル532Bと、第1・第2多層ソレノイド巻きコイル532A、532Bの周囲を囲う磁気シールド用バックヨーク533と、からなる。以下、第1多層ソレノイド巻きコイル532Aのことを「第1コイル532A」と言い、第2多層ソレノイド巻きコイル532Bのことを「第2コイル532B」と言う。

【0066】第1コイル532Aは、回転軸20の外周面から微小の空隙を有して、回転軸20の磁気回路内に配置することで、第1永久歪み部524にトルクが作用したときの透磁率の変化に応じてインピーダンスが変化

10

20

30

40

50

するものである。第2コイル532Bは、回転軸20の外周面から微小の空隙を有して、回転軸20の磁気回路内に配置することで、第2永久歪み部525にトルクが作用したときの透磁率の変化に応じてインピーダンスが変化するものである。

【0067】次に、回転軸20に第1・第2永久歪み部524、525を設けて検出部530を組付ける手順を、図11(a)～(e)に基づき説明する。(b)は(a)のb-b線断面図である。(a)及び(b)に示すように、一対の第1・第2・第3被固定部521～523は回転軸20の外周面を2面取り又は4面取りすることで形成した少なくとも一対の平坦面である。回転軸20に第1・第2永久歪み部524、525を設けるには、上下の第1・第2・第3被固定部521～523に工具551～553を掛けて回転軸20を所定角度だけ振ることで、所定の永久歪みを付与する。

【0068】例えば、先ず(a)において上下の各被固定部521～523に2分割状(半割り状)の工具551～553を当ててボルト554…にて組付ける。工具551は左右の工具半体551A、551Bを組合せた円盤状部材である。工具552は左右の工具半体552A、552Bを組合せた円盤状部材である。工具553は左右の工具半体553A、553Bを組合せた円盤状部材である。

【0069】次に、(c)において上下の工具551、553を固定するとともに中央の工具552を振る、又は、上下の工具551、553と中央の工具552とを互いに逆方向に振ることで、過大なトルクを所定時間加え、回転軸20を塑性変形させて永久歪みを付与する。このとき中央の工具552に加えるトルクは、例えば60～80Kgf・m程度である。上下の工具551、553に加えるトルクは、例えば30～40Kgf・m程度である。

【0070】その後トルクを除き、各被固定部521～523から工具551～553を外す。このようにして、(d)のように回転軸20のうち、第1・第2被固定部521、522間及び第2・第3被固定部522、523間に永久歪みを付与することができる。回転軸20のうち永久歪みを付与された部分は、第1永久歪み部524及び第2永久歪み部525となる。この状態では第2被固定部522を境に、回転軸20の軸長手方向に互いに逆方向の振れが有るので、参考線SLは上下逆向きの螺旋状になる。その後、第1・第2永久歪み部524、525を設けた回転軸20に、(e)のように検出部530を組付けることで、トルク検出装置500を得ることができる。

【0071】図12は本発明に係るトルク検出装置(第5実施例)の回路図である。第5実施例のトルク検出装置の出力回路部540は、2組の回路部(第1回路部540A及び第2回路部540B)と増幅器546との組

合せからなる。第1回路部540Aは、第1コイル532Aと抵抗値一定の抵抗541Aとを直列接続した直列回路542Aに、交流電圧供給源543Aから交流電圧を印加し、第1コイル532Aのインピーダンスの変化を交流電圧に変換し検出部530の第1の検出信号として取出し、この交流電圧の検出信号をダイオード544Aで整流した後に、ローパスフィルタ545Aでノイズの少ない直流電圧の検出信号に変換し、この直流電圧の検出信号を増幅器546に出力するようにしたものである。

【0072】第2回路部540Bは、上記第1回路部540Aと同様の回路構成であり、第2コイル532Bと抵抗値一定の抵抗541Bとを直列接続した直列回路542Bに、交流電圧供給源543Bから交流電圧を印加し、第2コイル532Bのインピーダンスの変化を交流電圧に変換し検出部530の第2の検出信号として取出し、この交流電圧の検出信号をダイオード544Bで整流した後に、ローパスフィルタ545Bでノイズの少ない直流電圧の検出信号に変換し、この直流電圧の検出信号を増幅器546に出力するようにしたものである。

【0073】増幅器546は、第1回路部540A及び第2回路部540Bからの各検出信号の差を増幅(差動増幅)し、トルク検出信号として出力端子547から出力するようにしたものである。

【0074】なお、直列回路542A、542Bにダイオード544A、544Bを接続した回路は整流回路である。ローパスフィルタ545A、545Bは、抵抗548とコンデンサ549とからなる平滑回路である。

【0075】図13(a)～(c)は本発明に係るトルク検出装置(第5実施例)の磁歪特性図であり、横軸に回転軸に作用するトルクTの変化を示し、縦軸にコイルのインピーダンスの変化を示し、上記図3に対応する。

(a)は第1の磁歪特性曲線SP1を示す磁歪特性図、(b)は第2の磁歪特性曲線SP2を示す磁歪特性図、(c)は上記(a)及び(b)を合成した磁歪特性図である。

【0076】第1の磁歪特性曲線SP1は、第1コイル532Aに対応する特性曲線であって、上記図3に示す磁歪特性曲線SPと同一曲線である。トルク検出装置に採用する回転軸20のトルク原点T1を、回転軸20を振って永久歪みを付与することにより、トルク原点-T2(トルクT≠0)にずらした結果、第1の磁歪特性曲線SP1は、トルク原点-T2を通る縦線に対して左右の特性が非対称な特性を有する。すなわち、トルク作用開始点を移動させた。

【0077】また、第2の磁歪特性曲線SP2は、第2コイル532Bに対応する特性曲線であって、(c)に示すように、トルク原点T2を通る縦線に対して第1の磁歪特性曲線SP1と左右対称な特性、すなわち逆特性を有する曲線である。トルク検出装置に採用する回転軸

10

20

30

40

50

20のトルク原点T1を、回転軸20を逆方向に振って永久歪みを付与することにより、(b)に示すようにトルク原点T2(トルク $T \neq 0$)にずらした結果、第2の磁歪特性曲線SP2は、トルク原点T2を通る縦線に対して左右の特性が非対称な特性を有する。すなわち、トルク作用開始点を移動させた。

【0078】従って(c)に示すように、第1・第2の磁歪特性曲線SP1, SP2のうち、トルク原点-T2, T2を基準にした左右一定の範囲A1, A2を使用することで、インピーダンスの絶対値の大きさからトルク

【0079】しかも、第5実施例は、互いに逆の磁歪特性を有する第1・第2永久歪み部524, 525に生じた透磁率の変化を、第1・第2コイル532A, 532Bの2つで各々検出し、これらの検出信号を増幅器546で差動増幅し、トルク検出信号として出力するようにしたものである。外部環境の温度変化に対応して、第1の磁歪特性曲線SP1と第2の磁歪特性曲線SP2とは、同じように変化する。例えば温度上昇の場合は、破線にて示すように変化する。従って、第1・第2の磁歪特性曲線SP1, SP2に応じた各検出信号を、増幅器546にて差動増幅して出力を取り出すと、あるトルクTにおけるその差の値は、温度変化があった場合にも変化しない。従って、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができ、環境温度の変化に対して変化しない、より優れたトルク検出信号を得ることができる。

【0080】さらに第5実施例では、第1・第2の磁歪特性曲線SP1, SP2が、検出の基準であるトルク原点-T2, T2を通る縦線に対して、左右対称な特性を有しているので、2つの磁歪特性を比較することにより、トルク検出装置500の故障診断を実施することができる。例えば、第1・第2の磁歪特性曲線SP1, SP2に応じた各検出値を加算した値の1/2は一定であるから、この値と大きく異なる値が得られたときは、トルク検出装置500が故障していると判断することができる。

【0081】ここで一旦図12に戻って説明を続ける。上述のように永久歪みが付与された回転軸20を用いることにより、第1永久歪み部524に生じた磁歪効果を第1コイル532Aにて検出するとともに、第2永久歪み部525に生じた磁歪効果を第2コイル532Bにて検出することで、回転軸20に作用するトルクの方

【0082】図14は本発明に係る電動パワーステア

リング装置(第5実施例)の縦断面図であり、上記図6に対応する図である。第5実施例の電動パワーステアリング装置560は、上記図11~図13に示すトルク検出装置500を搭載したことを特徴とする。他の構成については、上記図4~図6に示すものと同一であり、説明を省略する。

【0083】図15(a)~(f)は本発明に係るトルク検出装置(第6実施例)の構成図兼製造手順説明図である。(f)に示す第6実施例のトルク検出装置600は、回転軸20の表面に第1磁歪膜601及び第2磁歪膜602を所定幅Wで全周にわたって設け、これら第1・第2磁歪膜601, 602の周囲に、第1・第2磁歪膜601, 602に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部530を設け、検出部530の検出信号を出力回路部540で処理してトルク検出信号として出力するようにした、磁歪式トルクセンサである。

【0084】第6実施例は回転軸20に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部521、第2被固定部522並びに第3被固定部533をこの順に設け、第1・第2被固定部521, 522間に第1磁歪膜601を設け、第2・第3被固定部522, 523間に第2磁歪膜602を設けたことを特徴とする。第1磁歪膜601は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する膜であり、第1・第2被固定部521, 522を振ることで歪みが付与されたものである。第2磁歪膜602は、作用トルクに応じて磁歪特性が変化する膜であり、第2・第3被固定部522, 523を第1・第2被固定部521, 522とは逆方向に振ることで歪みが付与されたものである。

【0085】これら第1・第2磁歪膜601, 602は、歪みの変化に対して磁束密度の変化の大きい材料からなる膜であり、上記図7に示す第2実施例の磁歪膜201と同じ材料で且つ同じ所定厚みのメッキ層からなる。

【0086】上述のように、歪みが付与された第1・第2磁歪膜601, 602を回転軸20に設けたので、回転軸20を介して第1・第2磁歪膜601, 602にトルクが作用したときに、このトルクに応じて第1・第2磁歪膜601, 602の透磁率が変化し、このときの上記図12に示す第1・第2コイル532A, 532Bにおけるインピーダンスの変化を出力回路部540にて検出することで、トルクの方

【0087】次に、上記構成の回転軸20に歪みを有した第1・第2磁歪膜601, 602を設けて検出部530を組付ける手順について、図15(a)~(f)に基づき説明する。(b)は(a)のb-b線断面図である。(a)~(c)に示す手順については、上記図11(a)~(c)に示す手順と同じなので、説明を省略する。但し、回転軸20を振る際のトルク及びトルク作用

時間は、第5実施例よりも小さいものであり、回転軸20自体に永久歪みが残らない程度である。このとき中央の工具552に加えるトルクは、例えば6~12Kg・f・m程度である。上下の工具551、553に加えるトルクは、例えば3~6Kg・f・m程度である。

【0088】(d)は回転軸20を振った状態を示す。この状態では第2被固定部522を境に、回転軸20の軸長手方向に互いに逆方向の振れが有るので、参考線SLは上下逆方向きの螺旋状になる。次に、この振った状態で回転軸20の外周面に且つ、第1・第2被固定部521、522間及び第2・第3被固定部522、523間の所定位置にメッキ処理を施すことにより、メッキ層からなる第1・第2磁歪膜601、602を形成する。なお、第1・第2磁歪膜601、602の「ねじれ状態」の理解を容易にするために、第1・第2磁歪膜601、602の表面に軸長手方向に延びる参考線SL01、SL02を記載した。(d)では第1・第2磁歪膜601、602に振れがないので、参考線SL01、SL02は軸長手方向の直線である。

【0089】その後、トルクを除いて回転軸20の振り状態を元に戻し、上下の各被固定部521~523から工具551~553を外す。この状態では回転軸20に振れがないので、参考線SLは(e)のように軸長手方向の直線に戻る。また、第1・第2磁歪膜601、602に振れが有るので、参考線SL01、SL02は螺旋状になる。このようにして、(e)のように第1・第2磁歪膜601、602を永久的に変形させることで、結果的に第1・第2磁歪膜601、602に永久的に歪みを付与することができる。すなわち、振った回転軸20を元に戻すだけで第1・第2磁歪膜601、602に歪みが永久的に残る。その後、第1・第2磁歪膜601、602を設けた回転軸20に、(f)のように検出部530を組付けることで、トルク検出装置600を得ることができる。

【0090】なお、上記図15(a)~(f)の手順において、①回転軸20のうち、第1・第2被固定部521、522間及び第2・第3被固定部522、523間にメッキ処理を施して、第1・第2磁歪膜601、602を形成した後に、②各被固定部521~523に工具551~553を掛けて回転軸20を振ることで、③第1・第2磁歪膜601、602を塑性変形させて所定の永久歪みを付与することにより、結果的に第1・第2磁歪膜601、602に永久的に歪みを与えてもよい。

【0091】次に、上記構成・作用のトルク検出装置600を電動パワーステアリング装置に搭載した例について説明する。図16は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第6実施例)の縦断面図であり、上記図6に対応する図である。第6実施例の電動パワーステアリング装置660は、歪みが付与された第1・第2磁歪膜601、602を設けた回転軸20を用いたことを特徴と

する。他の構成については、上記図14に示すものと同一であり、説明を省略する。

【0092】図17は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第7実施例)の縦断面図であり、上記図14に対応する図である。第7実施例のトルク検出装置700及びトルク検出装置700を搭載した電動パワーステアリング装置760は、上記図11~図14に示す第5実施例のトルク検出装置500及び電動パワーステアリング装置560に対し、(1)第1被固定部521並びに第3被固定部523を廃止するとともに、(2)回転軸20のスプライン結合部25又はセレーション結合部25が、第1被固定部521の役割を兼ね、(3)回転軸20のピニオン26が、第3被固定部523の役割を兼ねるようにしたことを特徴する。

【0093】上述のように回転軸20は、その軸長手中央部分にホイール86を実質的に一体に結合したものである。この結果、回転軸20のうちホイール86を結合した部分の剛性は極めて大きい。スプライン結合部25又はセレーション結合部25に工具を掛けるとともに、ピニオン26及び第2被固定部522に工具を掛け、これらの工具を回して回転軸20を振ったときに、回転軸20は軸長手方向全体にわたって均一に塑性変形することはない。すなわち、回転軸20は、スプライン結合部25又はセレーション結合部25と第2被固定部522との間、及び、第2被固定部522とホイール86結合部分との間、すなわち径方向の断面積がほぼ同一の部分で塑性変形が発生する。従って、この第7実施例の第1・第2永久歪み部524、525も、上記図14に示す第5実施例と同様の磁歪特性を得ることができる。しかも、回転軸20に工具や治具を掛けて振るための被固定部は1つだけですむ。従って、回転軸20の剛性をより高めることができる。

【0094】図18は本発明に係る電動パワーステアリング装置(第8実施例)の縦断面図であり、上記図16に対応する図である。第8実施例のトルク検出装置800及びトルク検出装置800を搭載した電動パワーステアリング装置860は、上記図15~図16に示す第6実施例のトルク検出装置600及び電動パワーステアリング装置660に対し、(1)第1被固定部521並びに第3被固定部523を廃止するとともに、(2)回転軸20のスプライン結合部25又はセレーション結合部25が、第1被固定部521の役割を兼ね、(3)回転軸20のピニオン26が、第3被固定部523の役割を兼ねるようにしたことを特徴する。第8実施例においても、上記第7実施例と同様に、回転軸20に工具や治具を掛けて振るための被固定部は1つだけですむ。従って、回転軸20の剛性をより高めることができる。

【0095】ところで、上記図11~図14に示す第5実施例及び図17に示す第7実施例については、①第1永久歪み部524の永久歪みの方向に対して、第2永久

歪み部525の永久歪みの方向を一致させるとともに、
 ②第1永久歪み部524の歪み量に対して、第2永久歪み部525の歪み量を異なるように設定してもよい。また、上記図15～図16に示す第6実施例及び図18に示す第8実施例については、①第1磁歪膜601の歪みの方向に対して、第2磁歪膜602の歪みの方向を一致させるとともに、②第1磁歪膜601の歪み量に対して、第2磁歪膜602の歪み量を異なるように設定してもよい。このように2つの歪みを同方向に設定する一例として、上記第5実施例を挙げて上記図11～図13に

に基づき説明する。
 【0096】上記図11(c)において、例えば上の工具551を固定するとともに中央の工具552及び下の工具553を同一方向に振ることで、過大なトルクを所定時間加え、回転軸20を塑性変形させて永久歪みを付与する。この場合、第1・第2被固定部521、522間に加えるトルクに対して、第2・第3被固定部522、523間に加えるトルクが異なるように設定する。
 【0097】その後トルクを除くと、図11(d)の回転軸20において、①第1永久歪み部524の永久歪みの方向に対して、第2永久歪み部525の永久歪みの方向を一致させるとともに、②第1永久歪み部524の歪み量に対して、第2永久歪み部525の歪み量を異なるように(例えば小さく)設定することができる。この状態では回転軸20の軸長手方向に互いに同方向の振れが有るので、参考線SLは上下同じ向きの螺旋状になる。

【0098】この場合、上記図12に示す第5実施例の回路図は、第1回路部540Aの検出信号又は第2回路部540Bの検出信号のみを増幅器546に入力して増幅器546で増幅し、トルク検出信号として出力する構成にすればよい。

【0099】この第5実施例の変形例における第1・第2コイル532A、532Bの磁歪特性は、上記図13の磁歪特性図の代りに次の図19の磁歪特性図に示ようになる。図19(a)～(c)は本発明に係るトルク検出装置(第5実施例の変形例)の磁歪特性図であり、横軸に回転軸に作用するトルクTの変化を示し、縦軸にコイルのインピーダンスの変化を示し、上記図13に対応する。(a)は第1の磁歪特性曲線SP1を示す磁歪特性図、(b)は第2の磁歪特性曲線SP2を示す磁歪特性図、(c)は上記(a)及び(b)を合成した磁歪特性図である。

【0100】第1の磁歪特性曲線SP1は、第1コイル532Aに対応する特性曲線であって、上記図13に示す第1の磁歪特性曲線SP1と同一曲線であり、トルク原点T1を、トルク原点T2にずらしたものである。また、第2の磁歪特性曲線SP2は、第2コイル532Bに対応する特性曲線であって、第1の磁歪特性曲線SP1と同じ形状を有する曲線であるが、トルク原点T1

を、トルク原点T3(トルク $T \neq 0$)にずらしたものである。但し、第1永久歪み部524の歪み量よりも、第2永久歪み部525の歪み量を小さく設定したので、トルク原点T3はトルク原点T1とトルク原点T2との間にある。

【0101】従って(c)に示すように、第1・第2の磁歪特性曲線SP1、SP2のうち、トルク原点T2、T3を基準にした左右一定の範囲A1、A2を使用することで、インピーダンスの絶対値の大きさからトルク

方向と大きさが判る。
 【0102】しかも、この変形例は上述のように、第1・第2永久歪み部524、525に生じた透磁率の変化を、第1・第2コイル532A、532Bの2つで各々検出し、これらの検出信号のどちらか一方だけを増幅器546に送り、増幅器546で増幅し、トルク検出信号として出力するようにしたものである。なお、この変形例では、上記第5実施例と同様に2つの磁歪特性に応じた検出値を比較することにより、トルク検出装置500の故障診断を行うことができる。すなわちこの変形例では、左右一定の範囲A1、A2においては、第1・第2の磁歪特性曲線SP1、SP2に応じた2つの検出値の差分は一定となる。従って、2つの検出値を比較し、通常の差分と大きく異なる値が得られたときは、トルク検出装置500が故障していると判断することができる。

【0103】なお、上記実施の形態において、トルク検出装置は電動パワーステアリング装置に備えたものに限定されるのではなく、各種装置に適用可能である。

【0104】また、上記図15に示す第6実施例のトルク検出装置600や上記図18に示す第8実施例のトルク検出装置800においては、第1・第2磁歪膜601、602の透磁率変化(組成)を互いに変えることで、互いに異なる傾きの磁歪特性を得るようにしてもよい。例えば、回転軸20に所定のトルクを加えた状態でメッキ処理を施すことにより、互いに透磁率変化の異なる(組成の異なる)メッキ層の第1・第2磁歪膜601、602を形成する。互いに異なる組成の例示としては、第1磁歪膜601が、Ni50重量%を含むNi-Fe系の合金膜であり、第2磁歪膜602が、Ni50重量%を含むNi-Fe系の合金膜である。

【0105】第1・第2磁歪膜601、602の互いに異なる傾きの磁歪特性を第1・第2コイル532A、532Bで検出し、これらの検出信号を上記図12の増幅器546で差動増幅し、トルク検出信号として出力することができる。この場合においても、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができる。また、2つの磁歪特性を比較することにより、トルク検出装置600、800の故障診断を実施することができる。

【0106】

【発明の効果】本発明は上記構成により次の効果を発揮する。請求項1は、トルク検出装置の回転軸を、トルク

10

20

30

40

50

入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、トルクが作用したときに、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。従って、トルク検出装置における回転軸の、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消することができる。

【0107】さらに請求項1は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、これら一対の被固定部間に、被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する永久歪み部を設け、この永久歪み部の周囲に、永久歪み部に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部を設けたので、回転軸のねじれ角が極めて小さいにもかかわらず、トルクに応じて永久歪み部に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを確実に検出することができる。

【0108】さらにまた請求項1は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設けたので、一対の被固定部に工具や治具を掛けて振ることによって、回転軸のうち被固定部間に正確な永久歪みを付与した永久歪み部を設けることができる。回転軸に永久歪みを付与することで、永久歪み部を有する部分の磁歪特性曲線の原点を、永久歪みを付与する前の原点に対してずらすことができる。従って、永久歪み部に生じた磁歪効果を検出部にて検出することにより、回転軸に作用するトルクの方向と大きさを簡単な構成で確実に且つ速やかに検出することができる。

【0109】請求項2は、トルク検出装置の回転軸を、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、トルクが作用したときに、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。従って、トルク検出装置における回転軸の、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消することができる。

【0110】さらに請求項2は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設け、回転軸の表面に且つ一対の被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり一対の被固定部を振ることで歪みが付与された磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、この磁歪膜の周囲に、磁歪膜に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部を設けたので、回転軸のねじれ角が極めて小さいにもかかわらず、トルクに応じて磁歪膜に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを確実に検出することができる。

【0111】さらにまた請求項2は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して一対の被固定部を設けたので、一対の被固定部に工具や治具を掛けて振ることによって、回転軸のうち被固定部間に正確な歪みを付与した磁歪膜を設けることができる。歪みを付与した磁歪膜を回転軸に設けることで、磁歪膜の磁歪特性曲線の原点は、歪みを付与する前の原点に対してずらすことができる。従って、磁歪膜に生じた磁歪効果を検出部にて検出

することにより、回転軸に作用するトルクの方向と大きさを簡単な構成で確実に且つ速やかに検出することができる。

【0112】さらに請求項2は、回転軸を振るトルクが、磁歪膜に歪みを付与するだけの小さいものですむ。このトルクは回転軸を弾性領域で緩く振る程度である。被固定部に過大なトルクを入力する必要がないので、トルクの管理は一層容易であり、また、トルクの精度を高くすることができる。しかも、回転軸を弾性領域で緩く振る程度であるから、被固定部にトルクを入力する設備を簡単に軽量な構成にすることができる。さらには、入力トルクが小さいので、回転軸に設ける被固定部を小さくすることができる。その分、回転軸を大径にすることによって回転軸のねじり剛性をより高めることができる。

【0113】請求項3は、電動パワーステアリング装置に搭載したトルク検出装置の回転軸を、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、操舵トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールの操舵に対して操舵車輪の動作に時間遅れが生じることはない。従って、操舵トルクに応じた補助トルクを発生させて補助する電動パワーステアリング装置の応答性を、より高めることができる。このため、操舵感覚をより高めることができる。特に、車速の増加に応じて補助トルクを減少させることで、ステアリングホイールの手応え感を増すようにした場合であっても、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールを操舵したときに、その操舵角を直接的に操舵車輪に伝達することができ、応答性の良い小気味良い操舵が可能になる。

【0114】さらに請求項3は、回転軸のスプライン結合部又はセレーション結合部が、一方の被固定部の役割を兼ね、回転軸のビニオンが、他方の被固定部の役割を兼ねるようにしたので、工具や治具を掛けて振るための被固定部を設ける必要がない。従って、回転軸の剛性をより高めることができる。

【0115】請求項4は、トルク検出装置の回転軸を、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、トルクが作用したときに、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。従って、トルク検出装置における回転軸の、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消することができる。

【0116】さらに請求項4は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部、第2被固定部並びに第3被固定部をこの順に設け、これら第1・第2被固定部間に、第1・第2被固定部を振ることで永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第1永久歪み部を設け、第2・第3被固定部間に、第2・第3被固定部を振ることで第1永久歪み部とは異なる永久歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第

2 永久歪み部を設け、これら第1・第2永久歪み部の周囲に、第1・第2永久歪み部に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部を設けたので、回転軸のねじれ角が極めて小さいにもかかわらず、トルクに応じて第1・第2永久歪み部に生じる磁歪効果を検出部で検出することによって、トルクを確実に検出することができる。

【0117】さらにまた請求項4は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1・第2・第3被固定部を設けたので、第1・第2・第3被固定部に掛けた工具や治具を振ることによって、回転軸のうち第1・第2・第3被固定部間に、互いに異なり且つ正確な永久歪みを付与した第1・第2永久歪み部を設けることができる。回転軸に永久歪みを付与することで、第1・第2永久歪み部を有する部分の磁歪特性曲線の原点を、永久歪みを付与する前の原点に対してずらすことができる。従って、第1・第2永久歪み部に生じた磁歪効果を検出部にて検出することにより、回転軸に作用するトルクの方

向と大きさを簡単な構成で確実に且つ速やかに検出することができる。しかも、第1・第2永久歪み部に生じた互いに異なる磁歪特性による磁歪効果を検出部にて検出することができる。従って、異なる2つの検出値を比較することでトルク検出装置の故障診断を実施することができる。また、異なる2つの検出値の差が、トルク測定範囲において変化するものであれば、これらの検出信号の差をとらえることで、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができ、環境温度の変化に対して変化しない、より優れたトルク検出信号を得ることができる。

【0118】請求項5は、トルク検出装置の回転軸を、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、トルクが作用したときに、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。従って、トルク検出装置における回転軸の、トルク入力側からトルク出力側へのトルク伝達時間の遅れを解消することができる。

【0119】さらにまた請求項5は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1被固定部、第2被固定部並びに第3被固定部をこの順に設け、回転軸の表面に且つ第1・第2被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第1・第2被固定部を振ること

で歪みが付与された第1磁歪膜を所定幅で全周にわたって設け、回転軸の表面に且つ第2・第3被固定部間に、作用トルクに応じて磁歪特性が変化するメッキ層からなり第2・第3被固定部を第1・第2被固定部とは逆方向に振ること

【0120】さらにまた請求項5は、回転軸に、軸長手方向に一定の距離を有して第1・第2・第3被固定部を設けたので、第1・第2・第3被固定部に掛けた工具や治具を振ることによって、回転軸のうち第1・第2・第3被固定部間に、互いに異なり且つ正確な歪みを付与した第1・第2磁歪膜を設けることができる。第1・第2磁歪膜に歪みを付与することで、第1・第2磁歪膜を有する部分の磁歪特性曲線の原点を、歪みを付与する前の原点に対してずらすことができる。従って、第1・第2磁歪膜に生じた磁歪効果を検出部にて検出することにより、回転軸に作用するトルクの方

向と大きさを簡単な構成で確実に且つ速やかに検出することができる。しかも、第1・第2磁歪膜に生じた互いに異なる磁歪特性による磁歪効果を検出部にて検出することができる。従って、異なる2つの検出値を比較することでトルク検出装置の故障診断を実施することができる。また、異なる2つの検出値の差が、トルク測定範囲において変化するものであれば、これらの検出信号の差をとらえることで、温度特性の影響を排除して安定した信号特性を得ることができ、環境温度の変化に対して変化しない、より優れたトルク検出信号を得ることができる。

【0121】さらに請求項5は、回転軸を振るトルクが、第1・第2磁歪膜に歪みを付与するだけの小さいものである。このトルクは回転軸を弾性領域で緩く振る程度である。第1・第2・第3被固定部に過大なトルクを入力する必要がないので、トルクの管理は一層容易であり、また、トルクの精度を高くすることができる。しかも、回転軸を弾性領域で緩く振る程度であるから、第1・第2・第3被固定部にトルクを入力する設備を簡単に軽量な構成にすることができる。さらには、入力トルクが小さいので、回転軸に設ける第1・第2・第3被固定部を小さくすることができる。その分、回転軸を大径にすることによって回転軸のねじり剛性をより高めることができる。

【0122】請求項6は、電動パワーステアリング装置に搭載したトルク検出装置の回転軸を、トルク入力側とトルク出力側とに分割しない一体の軸としたので、操舵トルクが作用したときに、ねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールの操舵に対して操舵車輪の動作に時間遅れが生じることはない。従って、操舵トルクに応じた補助トルクを発生させて補助する電動パワーステアリング装置の応答性を、より高めることができる。このため、操舵感覚をより高めることができる。特に、車速の増加に応じて補助トルクを減少させることで、ステアリングホイールの手応え感を増すようにした場合であっても、回転軸のねじれ角が極めて小さくてすむ。このため、ステアリングホイールを操舵したときに、その操舵角を直接的に操舵車輪に伝達することができ、応答性の良い小気味良い操舵が可能になる。

【0123】さらに請求項6は、回転軸のスプライン結

合部又はセレーション結合部が、第1被固定部の役割を兼ね、回転軸のピニオンが、第3被固定部の役割を兼ねるようにしたので、工具や治具を掛けて振るための被固定部としては第2被固定部だけですむ。従って、回転軸の剛性をより高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るトルク検出装置（第1実施例）の構成図兼製造手順説明図

【図2】本発明に係るトルク検出装置（第1実施例）の回路図

【図3】本発明に係るトルク検出装置（第1実施例）の磁歪特性図

【図4】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1実施例）の模式図

【図5】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1実施例）の全体構成図

【図6】図5の6-6線断面図

【図7】本発明に係るトルク検出装置（第2実施例）の構成図兼製造手順説明図

【図8】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第2実施例）の縦断面図

【図9】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第3実施例）の縦断面図

【図10】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第4実施例）の縦断面図

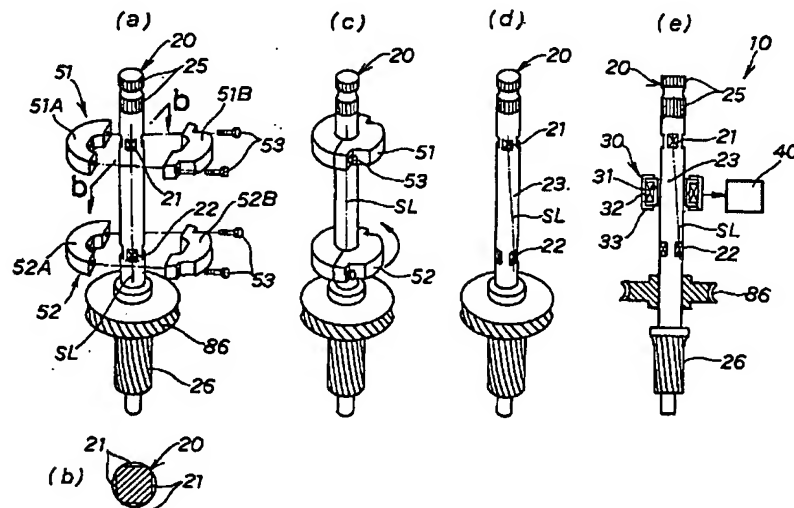
【図11】本発明に係るトルク検出装置（第5実施例）の構成図兼製造手順説明図

【図12】本発明に係るトルク検出装置（第5実施例）の回路図

10

*

【図1】



* 【図13】本発明に係るトルク検出装置（第5実施例）の磁歪特性図

【図14】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第5実施例）の縦断面図

【図15】本発明に係るトルク検出装置（第6実施例）の構成図兼製造手順説明図

【図16】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第6実施例）の縦断面図

【図17】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第7実施例）の縦断面図

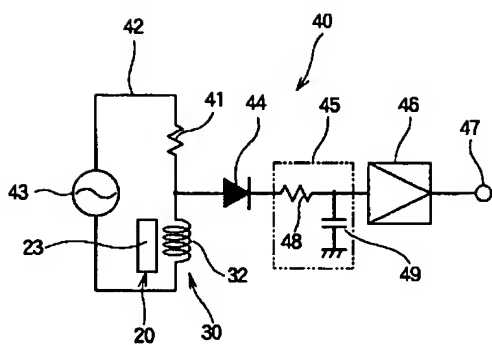
【図18】本発明に係る電動パワーステアリング装置（第8実施例）の縦断面図

【図19】本発明に係るトルク検出装置（第5実施例の変形例）の磁歪特性図

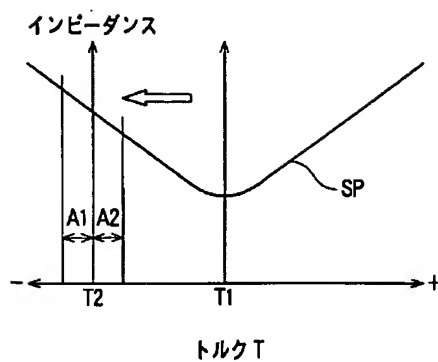
【符号の説明】

10, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800…トルク検出装置（操舵トルクセンサ）、20…回転軸（ピニオン軸）、21, 22…対の被固定部、23…永久歪み部、25…スプライン結合部又はセレーション結合部、26…ピニオン、30, 530…検出部、60, 260, 360, 460, 560, 660, 760, 860…電動パワーステアリング装置、70…ステアリング系、71…車両用ステアリングホイール、73…自在軸継手、75…ラックアンドピニオン機構、79…操舵車輪、201…磁歪膜、521…第1被固定部、522…第2被固定部、523…第3被固定部、524…第1永久歪み部、525…第2永久歪み部、601…第1磁歪膜、602…第2磁歪膜。

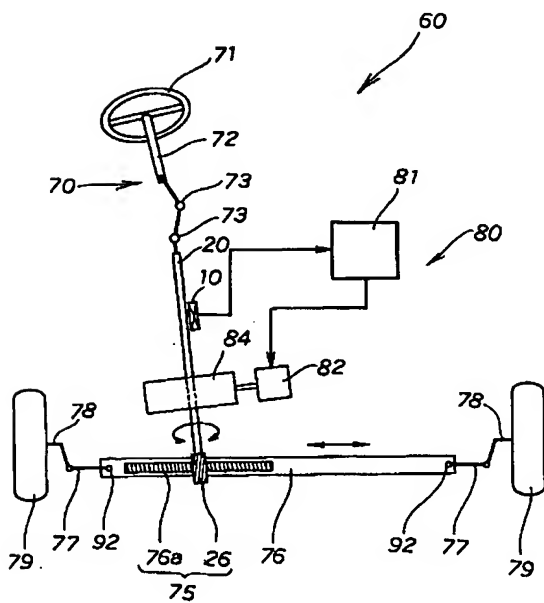
【図2】



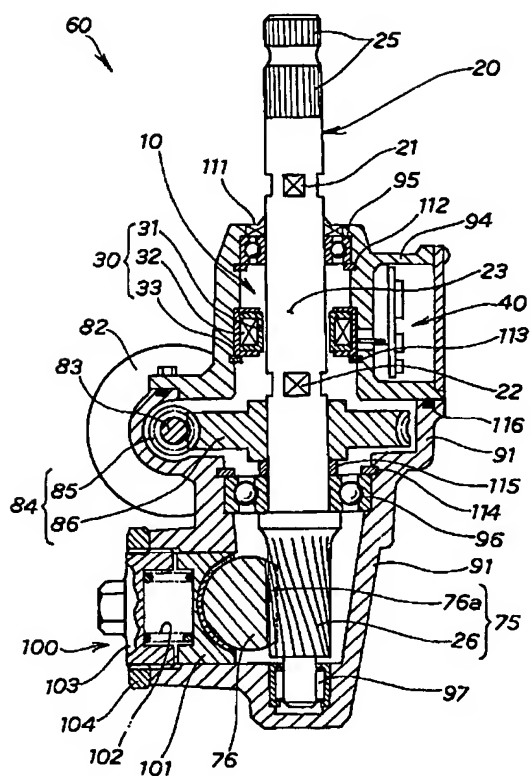
【図3】



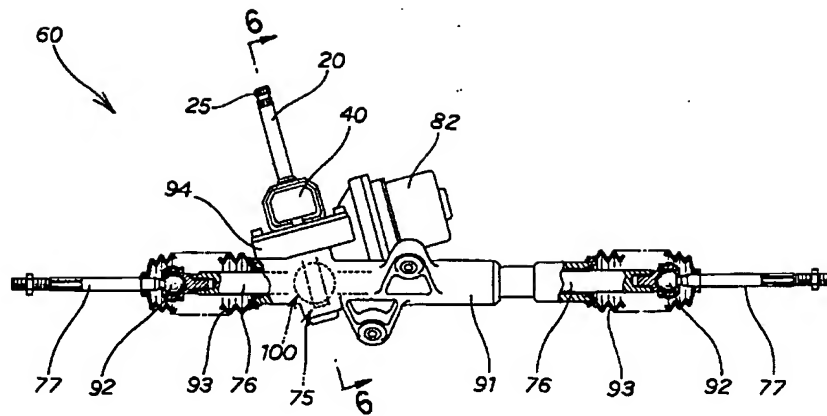
【図4】



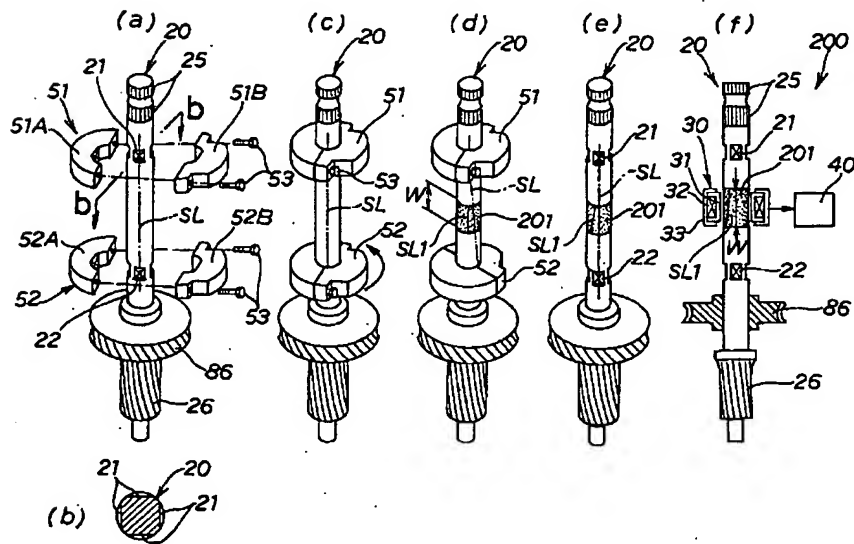
【図6】



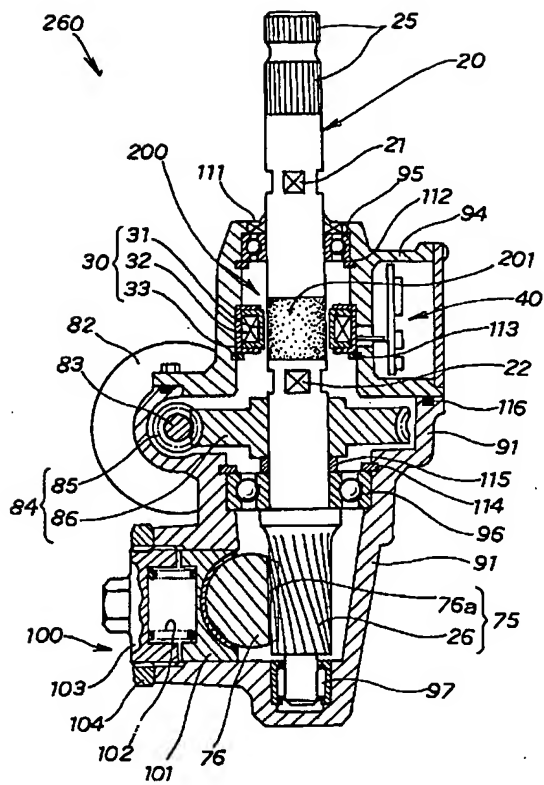
【図5】



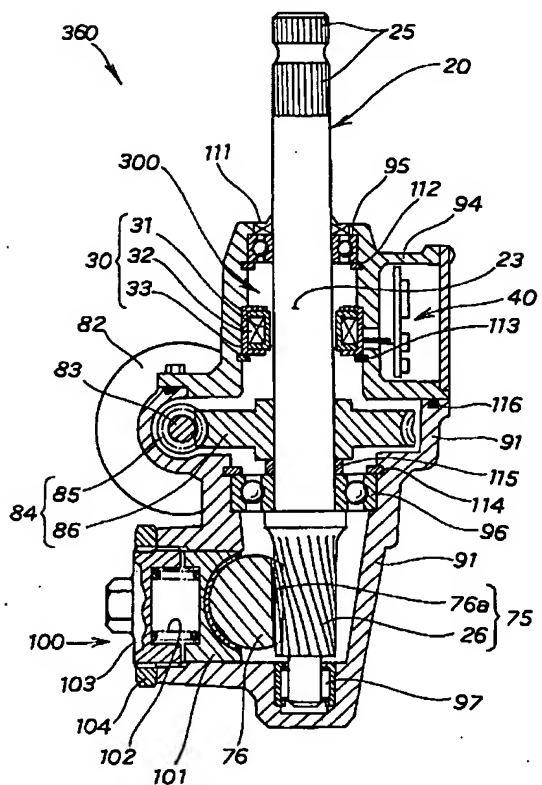
【図7】



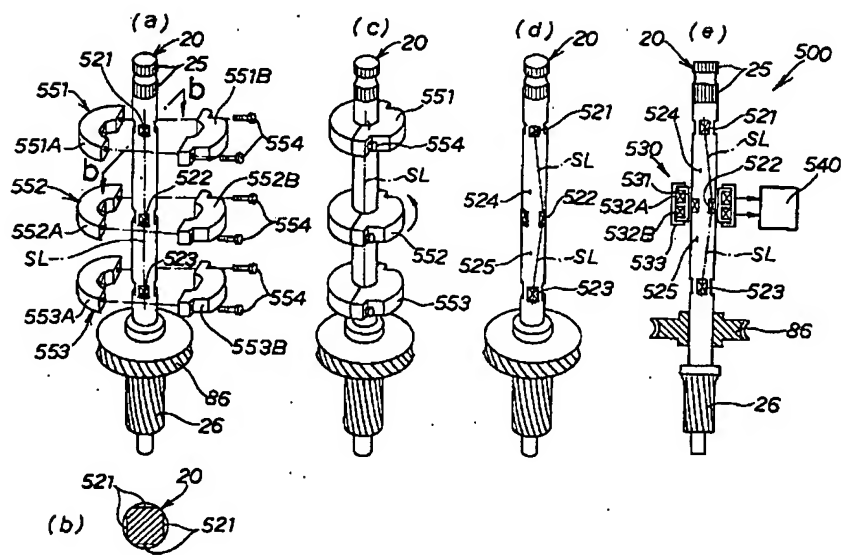
【図8】



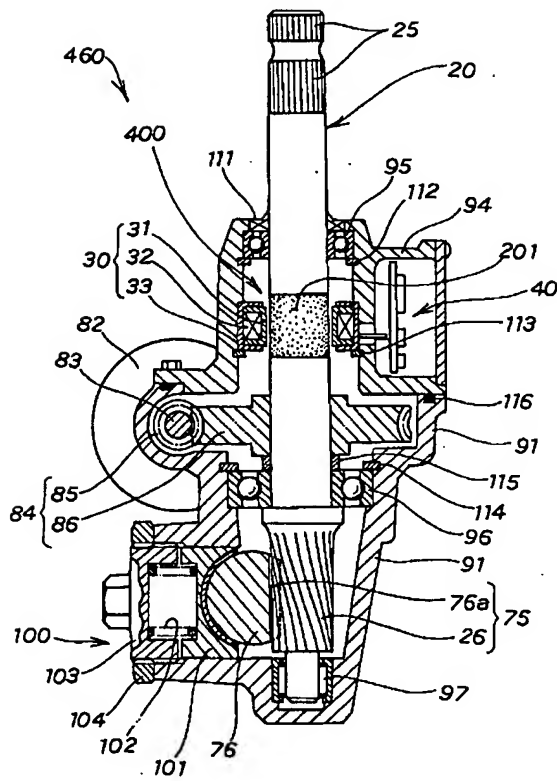
【図9】



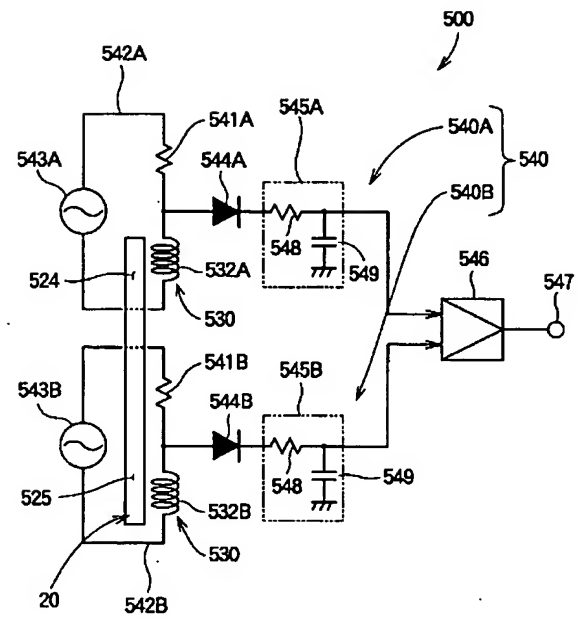
【図11】



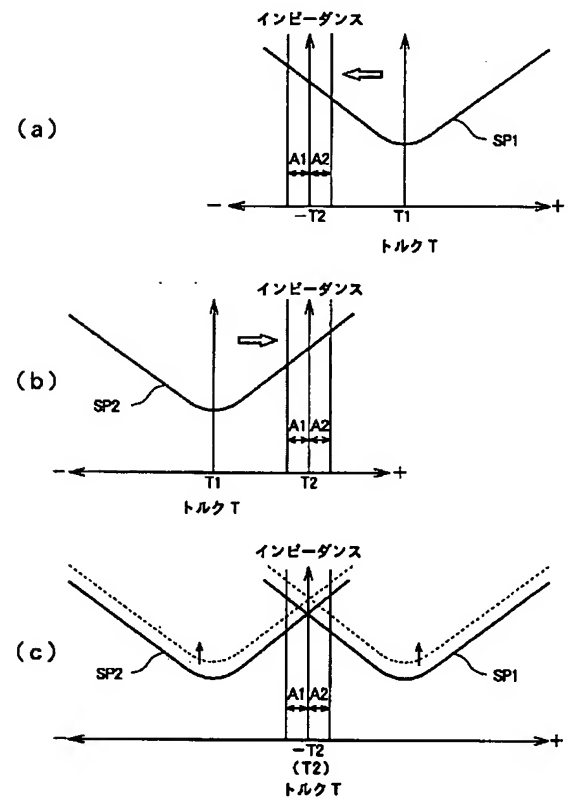
【図10】



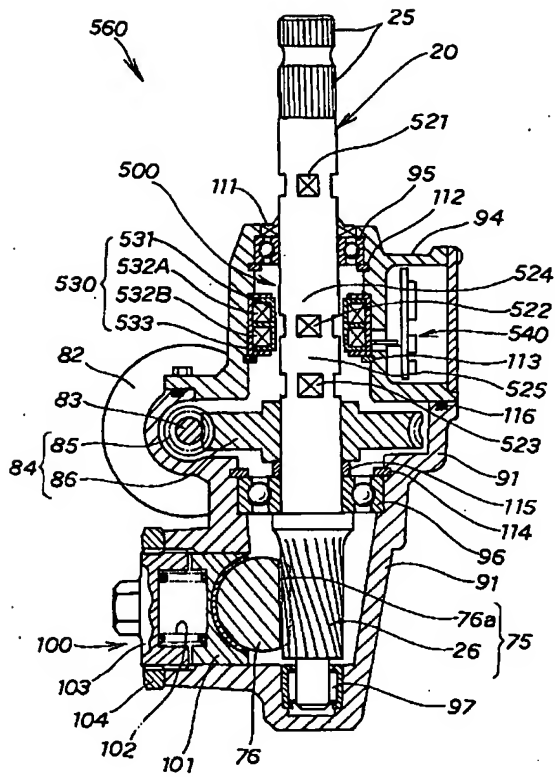
【図12】



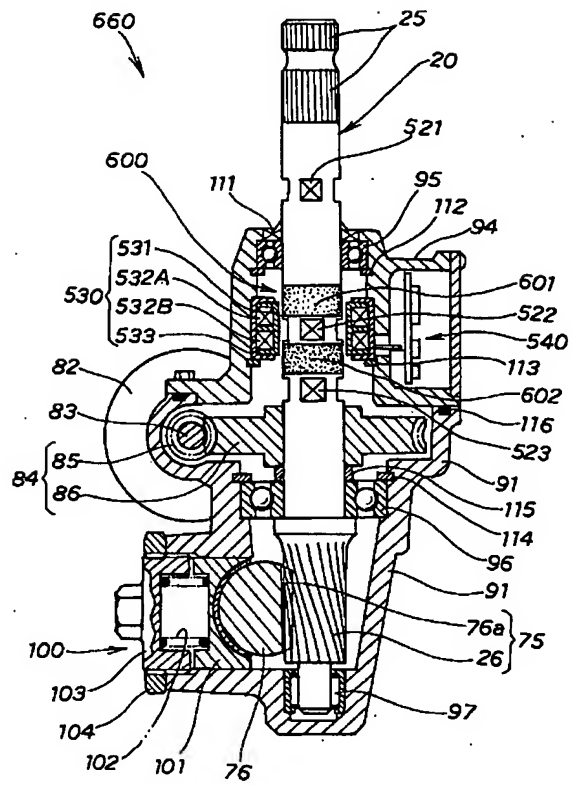
【図13】



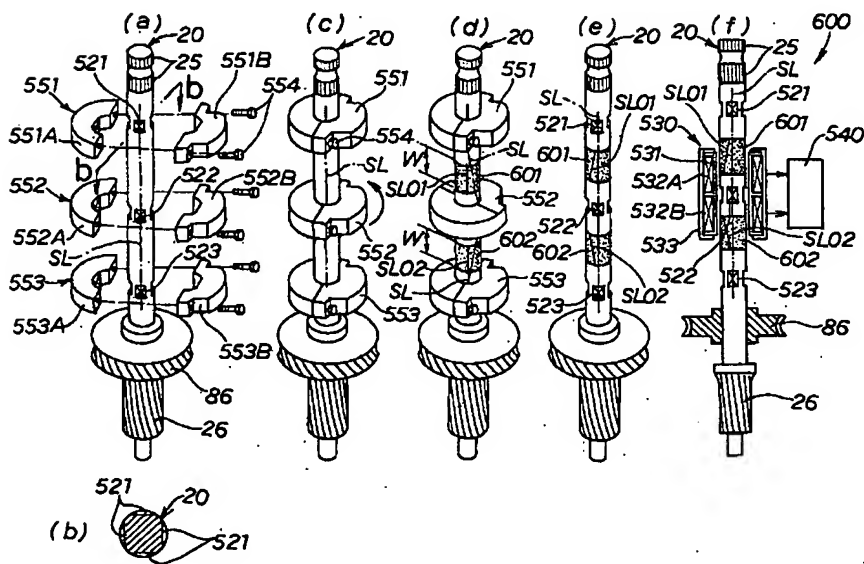
【図14】



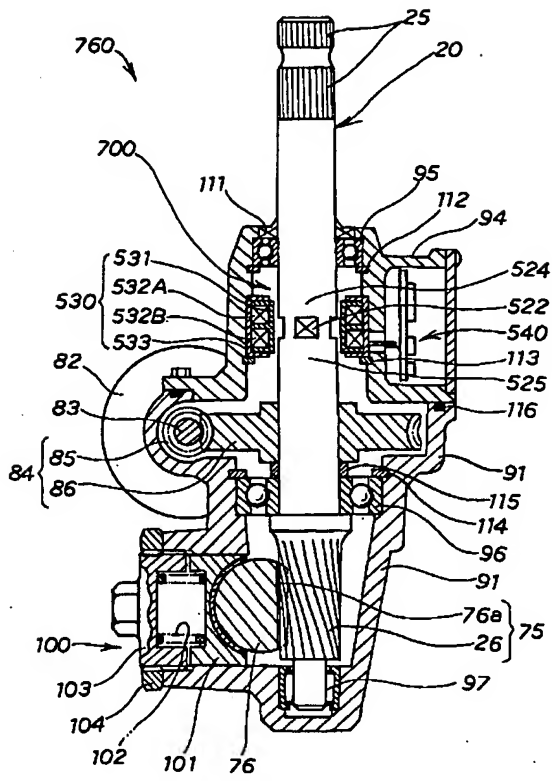
【図16】



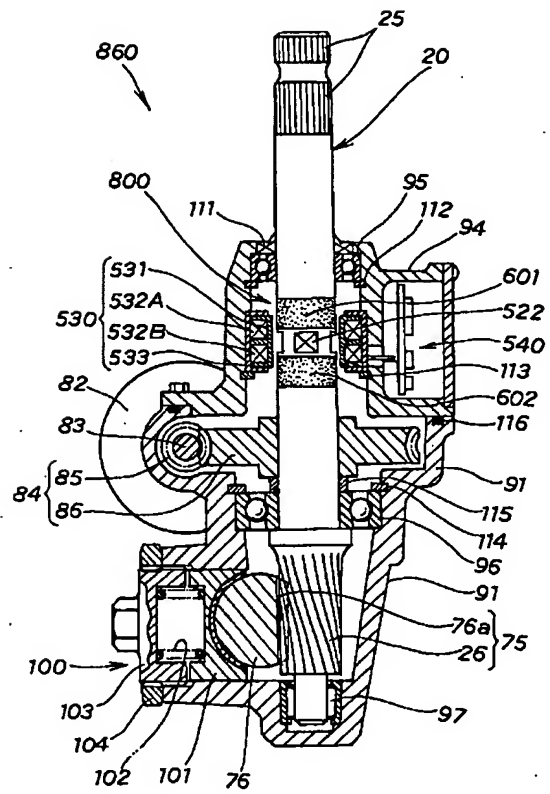
【図15】



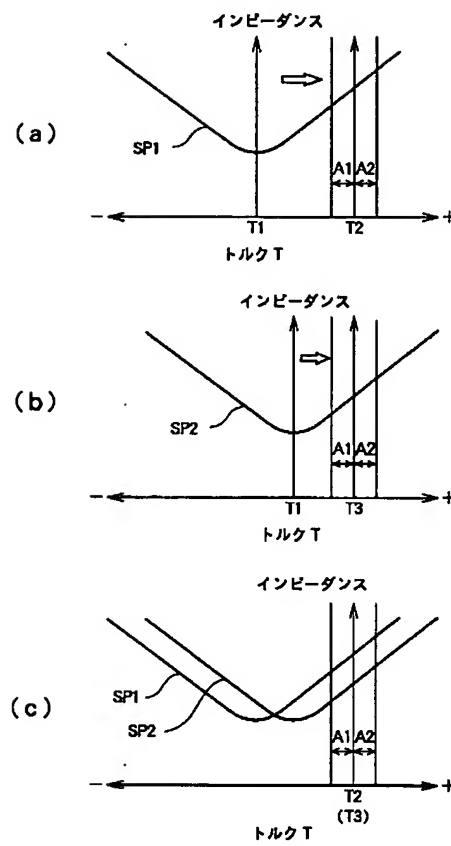
【図17】



【図18】



【図19】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-257648

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl. G01L 3/10
B62D 5/04
G01L 5/22

(21)Application number : 2001-055969

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 28.02.2001

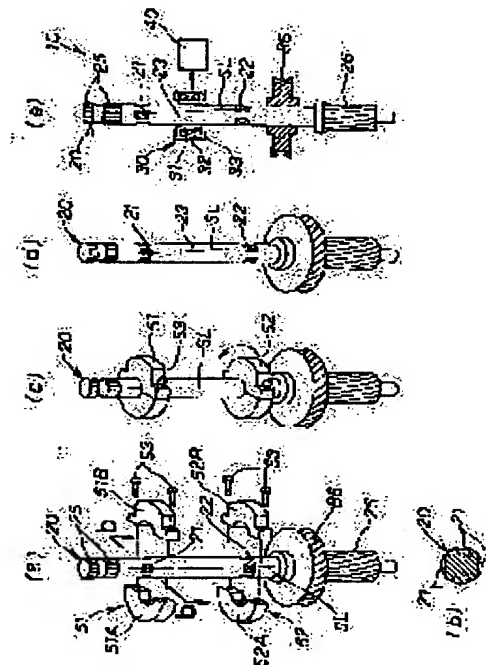
(72)Inventor : SHIMIZU YASUO
SUEYOSHI SHUNICHIRO

(54) TORQUE DETECTING DEVICE AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cancel the delay of torque transmitting time from the torque input side the torque output side in a torque detecting device, and to make surely detectable the direction and magnitude of an applied torque using a simple structure.

SOLUTION: The torque detecting device is provided with pair of fixed sections 21, 22 which are disposed on a rotational shaft 20 and spaced at a constant distance along the length of shaft, a permanently strained section 23 which is disposed between the pair of fixed sections 21, 22 and changes its magnetic properties in accordance with the applied torque, and a multi-layer solenoid winding coil 23 which is disposed around the permanently strained section 23 and electrically detects the magnetostrictive effect occurring in the permanently strained section 23. The permanently strained section 23 in the rotational shaft 20 is a section in which the permanent strain is given by twisting the fixed sections 21, 22.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Claim(s)]

[Claim 1] Torque detection equipment which prepared the permanent set section from which it has a fixed distance in the direction of an axial-length hand, the fixed part-ed of a couple is prepared in it, a permanent set is given to the axis of rotation by twisting a fixed part-ed between the fixed parts-ed of these couples, and a magnetostriction property changes according to operation torque, and prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around this permanent set section at the permanent set section.

[Claim 2] Have a fixed distance in the direction of an axial-length hand, and the fixed part-ed of a couple is prepared in the axis of rotation. And the magnetostriction film with which distortion was given by consisting of a deposit from which a magnetostriction property changes between the fixed parts-ed of a couple according to operation torque, and twisting the fixed part-ed of a couple is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the aforementioned axis of rotation -- Torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the magnetostriction film around this magnetostriction film.

[Claim 3] It is electric power-steering equipment carried as a steering torque sensor which detects the steering torque of the steering system which generated torque detection equipment according to claim 1 or 2 with the steering wheel for vehicles. The aforementioned axis of rotation is a pinion shaft which rotates through a universal coupling with the aforementioned steering wheel. one side of the fixed part-ed of the aforementioned couple It is the spline bond part or serration bond part formed in the end section of the aforementioned pinion shaft to connect with the aforementioned universal coupling. another side of the fixed part-ed of the aforementioned couple Electric power-steering equipment carrying the torque detection equipment characterized by being the pinion of the rack-and-pinion mechanism connected with a steering wheel.

[Claim 4] A fixed part-ed [3] is prepared in this order. a distance fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- the [a fixed part-ed / 1

/ and] -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- The 1st permanent set section from which a permanent set is given by twisting a fixed part-ed [2], and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the [these] -- the [1 and] -- between fixed parts-ed [2] -- the -- the [1 and] -- The 2nd permanent set section from which a permanent set which is different from the aforementioned 1st permanent set section by twisting a fixed part-ed [3] is given, and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the [aforementioned] -- the [2 and] -- between fixed parts-ed [3] -- the -- the [2 and] -- Torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around these 1st-2nd permanent set section at the 1st-2nd permanent set section.

[Claim 5] A fixed part-ed [3] is prepared in this order. a distance fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- the [a fixed part-ed / 1 / and] -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- The 1st magnetostriction film with which distortion was given by twisting a fixed part-ed [2] is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the aforementioned axis of rotation -- the [and] -- the [1 and] -- from the deposit from which a magnetostriction property changes between fixed parts-ed [2] according to operation torque -- becoming -- the -- the [1 and] -- The 2nd magnetostriction film with which distortion which is different from the aforementioned 1st magnetostriction film by twisting a fixed part-ed [3] was given is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the aforementioned axis of rotation -- the [and] -- the [2 and] -- from the deposit from which a magnetostriction property changes between fixed parts-ed [3] according to operation torque -- becoming -- the -- the [2 and] -- around these 1st-2nd magnetostriction film Torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film.

[Claim 6] It is electric power-steering equipment carried as a steering torque sensor which detects the steering torque of the steering system which generated torque detection equipment according to claim 4 or 5 with the steering wheel for vehicles. the pinion shaft which rotates the aforementioned axis of rotation through a universal coupling with the aforementioned steering wheel -- it is -- the [aforementioned] -- a fixed part-ed [1] the spline bond part formed in the end section of the aforementioned pinion shaft to connect with the aforementioned universal coupling, or a serration bond part -- it is -- the [aforementioned] -- a fixed part-ed [3] Electric power-steering equipment carrying the torque detection equipment characterized by being the pinion of the rack-and-pinion mechanism connected with a steering wheel.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the electric power-steering equipment carrying torque detection equipment and torque detection equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are many kinds as torque detection equipment which detects the torque which acted on the axis of rotation, and there is a method using a torsion bar spring as the typical thing. As this kind of torque detection equipment, JP,7-333082,A "a steering torque sensor" (henceforth a "Prior art") is known, for example.

[0003] The above-mentioned Prior art is an input shaft 6 (the number quoted what was indicated by the official report.) as shown in drawing 1 of this official report. It is below the same. Between output shafts 7 is connected by the torsion bar spring 8, and close [these] and an output shaft 6, and relative angle of torsion between seven are detected by sensing coils 2a and 2b. This torque detection equipment can be carried in electric power-steering equipment. That is, torque detection equipment detects close and an output shaft 6, and the steering torque that acted among seven through a steering wheel, the auxiliary torque according to steering torque is generated with a motor, and steering torque can be assisted with adding auxiliary torque to a steering system through a reducer style with auxiliary torque. Consequently, an operator's control force can be mitigated and comfortable steering feeling (steering feeling) can be given.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] an angle only with the part relative between close and an output shaft 6, and 7 since the above-mentioned Prior art uses a torsion bar spring 8 which was able to twist the torsion bar spring 8 according to torque -- a variation rate occurs When this torque detection equipment is carried in electric power-steering equipment, in operation of a steering wheel, some time lag arises to steering of a steering wheel. The amount of torsion of the torsion bar spring 8 at the time of steering increases, so that the vehicle speed increases by decreasing auxiliary torque especially according to the increase in the vehicle speed, when it is made to increase the feeling of a response of a steering wheel. The time lag generated according to the amount of torsion has delicate influence on steering feeling. On the other hand, in electric power-steering equipment, raising an operator's steering feeling as much as possible is called for. However, when the above-mentioned conventional torque detection equipment is carried, there is a limitation in raising steering feeling more.

[0005] offering the technology in_which of the direction and the size of operation torque are certainly detectable with easy composition, while the purpose of this invention can

cancel the delay of the torque transfer time from a torque input side to a torque output side in (1) torque detection equipment, and (2) -- it is in offering the technology which can apply such torque detection equipment to electric power-steering equipment [then,]

[0006]

[Means for Solving the Problem] It is torque detection equipment which prepared the permanent set section from which a permanent set is given because a claim 1 has a fixed distance in the direction of an axial-length hand, prepares the fixed part-ed of a couple in the axis of rotation and twists a fixed part-ed between the fixed parts-ed of these couples in order to attain the above-mentioned purpose, and a magnetostriction property changes according to operation torque, and prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around this permanent set section at the permanent set section.

[0007] Since the axis of rotation of torque detection equipment is a shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion (angle variation rate) is very small, and it ends. Even if angle of torsion of the axis of rotation is small, torque is promptly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced in the permanent set section according to torque by the detecting element.

[0008] Furthermore, it is hanging and twisting a tool and a fixture to the fixed part-ed of a couple, and the permanent set section which gave the exact permanent set between fixed parts-ed among the axes of rotation was prepared. This permanent set section is a portion from which a magnetostriction property changes according to operation torque. By preparing the permanent set section in the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the permanent set section shifts to the zero before giving a permanent set. By detecting the magnetostrictive effect produced in the permanent set section in a detecting element, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are detectable.

[0009] A claim 2 has a fixed distance in the direction of an axial-length hand, and prepares the fixed part-ed of a couple in the axis of rotation. And the magnetostriction film with which distortion was given by consisting of a deposit from which a magnetostriction property changes between the fixed parts-ed of a couple according to operation torque, and twisting the fixed part-ed of a couple is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the axis of rotation -- It is torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the magnetostriction film around this magnetostriction film.

[0010] Since the axis of rotation of torque detection equipment is a shaft of one which is

not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. Even if angle of torsion of the axis of rotation is small, torque is promptly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced on a magnetostriction film according to torque by the detecting element.

[0011] Furthermore, it is hanging and twisting a tool and a fixture to the fixed part-ed of a couple, and the magnetostriction film which gave an exact distortion between fixed parts-ed among the axes of rotation was prepared. This magnetostriction film is a portion from which a magnetostriction property changes according to operation torque. By preparing the magnetostriction film which gave distortion in the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of a magnetostriction film shifts to the zero before giving distortion. By detecting the magnetostrictive effect produced in the axis of rotation in a detecting element, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are detectable.

[0012] The torque which twists the axis of rotation is [which gives distortion] only small on a magnetostriction film, and lives in it further again. This torque is a grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field. Since it is not necessary to input excessive torque into a fixed part-ed, management of torque is still easier and can make precision of torque high. And since it is the grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field, the facility which inputs torque into a fixed part-ed can be carried out to easy and lightweight composition.

[0013] A claim 3 is electric power-steering equipment carried as a steering torque sensor which detects the steering torque of the steering system which generated torque detection equipment according to claim 1 or 2 with the steering wheel for vehicles. The axis of rotation is a pinion shaft which rotates through a universal coupling with a steering wheel, and a claim 3 is the spline bond part or serration bond part which one side of the fixed part-ed of a couple formed in the end section of a pinion shaft to connect with a universal coupling, and is characterized by another side of the fixed part-ed of a couple being the pinion of the rack-and-pinion mechanism connected with a steering wheel.

[0014] Since the axis of rotation of the torque detection equipment carried in electric power-steering equipment is a shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when steering torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. For this reason, a time lag does not arise in operation of a steering wheel to steering of a steering wheel. Therefore, the responsibility of the electric power-steering equipment which is made to generate the auxiliary torque according to steering torque, and is assisted can be raised more. For this reason, steering feeling can be raised more. By decreasing auxiliary torque especially according to the increase in the vehicle speed, even if it is the case where it is made to increase the feeling of a response of a steering

wheel, angle of torsion of the axis of rotation is very small, and ends. For this reason, when a steering wheel is steered, the steering angle can be directly transmitted to a steering wheel, and good clever steering of responsibility is attained.

[0015] Furthermore, since the spline bond part or serration bond part of the axis of rotation serves as the role of one fixed part-ed and the pinion of the axis of rotation served as the role of the fixed part-ed of another side, it is not necessary to prepare the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture. Therefore, the rigidity of the axis of rotation can be raised more.

[0016] distance with a claim 4 fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- a fixed part-ed [1] -- the -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- a fixed part-ed [3] -- this order -- preparing -- the [these] -- the [1 and] -- between fixed parts-ed [2] The 1st permanent set section from which a permanent set is given by twisting a fixed part-ed [2], and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the -- the [1 and] -- The 2nd permanent set section from which a permanent set which is different from the 1st permanent set section by twisting a fixed part-ed [3] is given, and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the -- the [2 and] -- between fixed parts-ed [3] -- the -- the [2 and] -- It is torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around these 1st-2nd permanent set section at the 1st-2nd permanent set section.

[0017] Since the axis of rotation of torque detection equipment is a shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. Even if angle of torsion of the axis of rotation is small, torque is promptly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced in the permanent set section according to torque by the detecting element.

[0018] the [furthermore,] -- the [1 and] -- the [2 and] -- twisting the tool hung on the fixed part-ed [3], and a fixture -- it is -- the inside of the axis of rotation -- the -- the [1 and] -- the [2 and] -- the 1st-2nd permanent set section which differed mutually and gave the exact permanent set was prepared between fixed parts-ed [3] The 1st-2nd permanent set section is a portion from which a magnetostriction property changes according to operation torque. By preparing the 1st-2nd permanent set section in the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the 1st-2nd permanent set section shifts to the zero before giving a permanent set. The magnetostriction property of the 2nd permanent set section has a different property to the magnetostriction property of the 1st permanent set section. While the direction and size of torque which act on the axis of rotation are detectable by detecting respectively the magnetostrictive effect produced in the 1st-2nd permanent set section which has a mutually different magnetostriction property in a detecting element, troubleshooting of

torque detection equipment can be carried out by comparing two different detection values. And if the difference of two different detection values changes in torque measuring range, based on the difference of two detection values, it can acquire the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized, and can obtain the more excellent torque detecting signal which does not change to change of environmental temperature.

[0019] distance with a claim 5 fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- a fixed part-ed [1] -- the -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- a fixed part-ed [3] -- this order -- preparing -- the front face of the axis of rotation -- the [and] -- the [1 and] -- between fixed parts-ed [2] The 1st magnetostriction film with which distortion was given by twisting a fixed part-ed [2] is prepared over a perimeter by predetermined width of face. from the deposit from which a magnetostriction property changes according to operation torque -- becoming -- the -- the [1 and] -- The 2nd magnetostriction film with which distortion which is different from the 1st magnetostriction film by twisting a fixed part-ed [3] was given is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the axis of rotation -- the [and] -- the [2 and] -- from the deposit from which a magnetostriction property changes between fixed parts-ed [3] according to operation torque -- becoming -- the -- the [2 and] -- It is torque detection equipment which prepared the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film around these 1st-2nd magnetostriction film.

[0020] Since the axis of rotation of torque detection equipment is a shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. Even if angle of torsion of the axis of rotation is small, torque is promptly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film according to torque by the detecting element.

[0021] the [furthermore,] -- the [1 and] -- the [2 and] -- twisting the tool hung on the fixed part-ed [3], and a fixture -- it is -- the inside of the axis of rotation -- the -- the [1 and] -- the [2 and] -- the 1st-2nd magnetostriction film which differed mutually and gave an exact distortion was prepared between fixed parts-ed [3] The 1st-2nd magnetostriction film is a portion from which a magnetostriction property changes according to operation torque. By preparing the 1st-2nd magnetostriction film in the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the 1st-2nd magnetostriction film shifts to the zero before giving distortion. The magnetostriction property of the 2nd magnetostriction film has a different property to the magnetostriction property of the 1st magnetostriction film. While the direction and size of torque which act on the axis of rotation are detectable by detecting respectively the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film which has a

mutually different magnetostriction property in a detecting element, troubleshooting of torque detection equipment can be carried out by comparing two different detection values. And if the difference of two different detection values changes in torque measuring range, based on the difference of two detection values, it can acquire the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized, and can obtain the more excellent torque detecting signal which does not change to change of environmental temperature.

[0022] The torque which twists the axis of rotation is [which gives distortion] only small on the 1st-2nd magnetostriction film, and lives in it further again. This torque is a grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field. the -- the [1 and] -- the [2 and] -- since it is not necessary to input excessive torque into a fixed part-ed [3], management of torque is still easier and can make precision of torque high and -- since it is the grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field -- the -- the [1 and] -- the [2 and] -- the facility which inputs torque into a fixed part-ed [3] can be carried out to easy and lightweight composition

[0023] A claim 6 is electric power-steering equipment carried as a steering torque sensor which detects the steering torque of the steering system which generated torque detection equipment according to claim 4 or 5 with the steering wheel for vehicles. the pinion shaft on which the axis of rotation rotates a claim 6 through a universal coupling with a steering wheel -- it is -- the -- the spline bond part which the fixed part-ed [1] formed in the end section of a pinion shaft to connect with a universal coupling, or a serration bond part -- it is -- the -- a fixed part-ed [3] is characterized by being the pinion of the rack-and-pinion mechanism connected with a steering wheel

[0024] Since the axis of rotation of the torque detection equipment carried in electric power-steering equipment is a shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when steering torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. For this reason, a time lag does not arise in operation of a steering wheel to steering of a steering wheel. Therefore, the responsibility of the electric power-steering equipment which is made to generate the auxiliary torque according to steering torque, and is assisted can be raised more. For this reason, steering feeling can be raised more. By decreasing auxiliary torque especially according to the increase in the vehicle speed, even if it is the case where it is made to increase the feeling of a response of a steering wheel, angle of torsion of the axis of rotation is very small, and ends. For this reason, when a steering wheel is steered, the steering angle can be directly transmitted to a steering wheel, and good clever steering of responsibility is attained.

[0025] furthermore, the spline bond part or serration bond part of the axis of rotation -- the -- the role of a fixed part-ed [1] -- serving -- the pinion of the axis of rotation -- the -- as the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture, since it served as the

role of a fixed part-ed [3] -- the -- only a fixed part-ed [2] is required Therefore, the rigidity of the axis of rotation can be raised more.

[0026]

[Embodiments of the Invention] The form of operation of this invention is explained below based on an accompanying drawing. In addition, a drawing shall be seen to the sense of a sign. The 1st example of the electric power-steering equipment which carried torque detection equipment and torque detection equipment first is explained based on drawing 1 - drawing 6 .

[0027] Drawing 1 (a) - (e) is manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention. The torque detection equipment 10 of the 1st example shown in (e) The permanent set section 23 from which a permanent set is given to the pillar-like axis of rotation 20, and a magnetostriction property changes according to operation torque is formed. It is the magnetostriction formula torque sensor forms the detecting element 30 which detects electrically the magnetostrictive effect produced in the permanent set section 23 in the circumference of this permanent set section 23, processes the detecting signal of a detecting element 30 to it in the output circuit section 40, and it was made to output to it as a torque detecting signal.

[0028] The quality of the materials of the axis of rotation 20 are ferromagnetic material, such as for example, nickel-chromium-molybdenum steel steel materials (JIS-G -4103, sign;SNCM). The 1st example is characterized by having a fixed distance in the direction of an axial-length hand at the axis of rotation 20, having formed the fixed parts 21 and 22-ed of a couple, and forming the permanent set section 23 to which the permanent set was given by twisting the fixed parts 21 and 22-ed between the fixed part 21-ed of these couples, and 22.

[0029] the tubed coil bobbin 31 which formed the detecting element 30 so that the permanent set section 23 of the axis of rotation 20 might be surrounded, and let the axis of rotation 20 pass, the multilayer solenoidal coil 32 (only henceforth "a coil 32") wound around the coil bobbin 31, and the back yoke 33 for magnetic shielding surrounding the circumference of a coil 32 -- since -- it becomes A coil 32 has a minute opening from the peripheral face of the axis of rotation 20, it is arranging in the magnetic circuit of the axis of rotation 20, and an impedance changes according to change of permeability when torque acts on the permanent set section 23.

[0030] Next, the procedure which forms the permanent set section 23 in the axis of rotation 20, and attaches a detecting element 30 to it is explained based on drawing 1 (a) - (e). (b) is the b-b line cross section of (a). (a) and as shown in (b), the fixed parts 21 and 22-ed of a couple formed the peripheral face of the axis of rotation 20 by 2 beveling or beveling four times -- it is the flat side of a couple at least In order to form the

permanent set section 23 in the axis of rotation 20, it is that hang tools 51 and 52 on the up-and-down fixed parts 21 and 22-ed, and only a predetermined angle twists the axis of rotation 20, and a predetermined permanent set is given.

[0031] for example, -- first -- (a) -- setting -- the up-and-down fixed parts 21 and 22-ed -- the tools 51 and 52 of the letter of 2 division (the shape of a half-rate) -- guessing -- a bolt 53 -- it attaches in ... A tool 51 is the disk-like member which combined the tool half objects 51A and 51B on either side. A tool 52 is the disk-like member which combined the tool half objects 52A and 52B on either side. In addition, in order to make easy an understanding of the "torsion state" of the axis of rotation 20, the reference line SL prolonged in the direction of an axial-length hand on the front face of the axis of rotation 20 was indicated. Since there is no twist in the axis of rotation 20 of (a), a reference line SL is a straight line.

[0032] Next, while fixing one tool 51 in (c), the tool 52 of another side is twisted, or by twisting the up-and-down tools 51 and 52 to an opposite direction mutually, add excessive torque predetermined time, the axis of rotation 20 is made to deform plastically, and a permanent set is given. The torque at this time is about 30-40 Kgf-m.

[0033] Except for torque, tools 51 and 52 are removed from the up-and-down fixed parts 21 and 22-ed after that. Thus, as shown in (d), a permanent set can be given between the fixed part 21-ed and 22 among the axes of rotation 20. The portion to which the permanent set was given among the axes of rotation 20 serves as the permanent set section 23. In this state, since a twist is in the axis of rotation 20, a reference line SL becomes spiral. Then, torque detection equipment 10 can be obtained by attaching a detecting element 30 to the axis of rotation 20 which formed the permanent set section 23, as shown in (e).

[0034] The 1st example is characterized by being having a fixed distance in the direction of an axial-length hand, forming the fixed parts 21 and 22-ed of a couple in the axis of rotation 20, and twisting the fixed parts 21 and 22-ed [these], and forming the permanent set section 23 which gave the fixed part 21-ed of a couple, and the permanent set predetermined to between 22 so that clearly from the above explanation. Tools 51 and 52 and a fixture can be hung on the fixed parts 21 and 22-ed of a couple certainly and stably. Therefore, a predetermined permanent set can be given correctly and certainly between the fixed part 21-ed and 22 among the axes of rotation 20 because only a predetermined angle twists tools 51 and 52 and a fixture.

[0035] Drawing 2 is the circuit diagram of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention. The output circuit section 40 of torque detection equipment to the series circuit 42 which carried out the series connection of the resistance 41 of a coil 32 and resistance regularity Impress alternating voltage from the alternating-voltage source of supply 43, change change of the impedance of a coil 32 into

alternating voltage, and it takes out as a detecting signal of a detecting element 30. After diode 44 rectifies the detecting signal of this alternating voltage, it changes into the detecting signal of direct current voltage with few noises by the low pass filter 45, the detecting signal of this direct current voltage is amplified with amplifier 46, and it is made to output from an output terminal 47 as a torque detecting signal. The circuit which connected diode 44 to the series circuit 42 is a rectifier circuit. A low pass filter 45 is a smoothing circuit which consists of resistance 48 and a capacitor 49.

[0036] Drawing 3 is the magnetostriction property view of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention, shows change of Torque T which acts on the axis of rotation at a horizontal axis, and shows change of the impedance of a coil to a vertical axis. The property on either side of the magnetostriction characteristic curve SP is an axial symmetry here to the vertical line by which the torque zero T1 (point of torque $T=0$) of a horizontal axis to a right half is a property when clockwise torque acts on the axis of rotation 20, and the torque zero T1 to a left half is a property when counterclockwise torque acts on the axis of rotation 20, and passes along the torque zero T1. For this reason, it cannot distinguish whether it is clockwise torque or it is counterclockwise torque from the absolute value of the impedance of a coil 32, i.e., the absolute value of the permeability of the axis of rotation 20.

[0037] Then, this invention person etc. found out that the torque zero T1 of the axis of rotation 20 adopted as torque detection equipment could be shifted at the torque zero T2 (torque $T \neq 0$) by twisting the axis of rotation 20 and giving a permanent set, as a result of considering the relation of the permeability of the magnetic axis of rotation 20 to operation torque. That is, the torque operation start point was moved.

[0038] As a result of giving a permanent set, the magnetostriction characteristic curve SP has a property with an unsymmetrical property on either side to the vertical line which passes along the torque zero T2. Therefore, the size of the absolute value of an impedance shows the direction and size of torque by using the ranges A1 and A2 of the right-and-left regularity on the basis of the torque zero T2 among the magnetostriction characteristic curves SP.

[0039] As mentioned above, by using the axis of rotation 20 to which the exact permanent set was given, the permeability of the permanent set section 23 can change according to the torque which acts on the axis of rotation 20 shown in above-mentioned drawing 2, and the direction of torque and the value of torque can be correctly detected by detecting change of the impedance in the coil 32 at this time in the output circuit section 40.

[0040] Next, the example which carried the torque detection equipment 10 of the 1st example of the above in electric power-steering equipment is explained. Drawing 4 is the ** type view of the electric power-steering equipment (the 1st example) concerning

this invention. The electric power-steering equipment 60 of the 1st example consists of a steering system 70 from the steering wheel 71 of vehicles to the steering wheels (front wheel) 79 and 79, and an auxiliary torque mechanism 80 in which auxiliary torque is added to this steering system 70.

[0041] The steering system 70 connects the axis of rotation 20 with a steering wheel 71 through a steering shaft 72 and universal couplings 73 and 73, connects the rack shaft 76 with the axis of rotation 20 through the rack-and-pinion mechanism 75, and connects the steering wheels 79 and 79 on either side with the ends of the rack shaft 76 through tie rods 77 and 77 and knuckles 78 and 78 on either side. The rack-and-pinion mechanism 75 engages rack 76a formed in the rack shaft 76 to the pinion 26 formed in the axis of rotation 20. The steering wheels 79 and 79 on either side can be steered through the rack-and-pinion mechanism 75 and the tie rods 77 and 77 on either side by this steering torque because an operator steers a steering wheel 71.

[0042] The auxiliary torque mechanism 80 detects the steering torque of the steering system 70 added to the steering wheel 71 with torque detection equipment 10. Based on this torque detecting signal, generate a control signal in control means 81, generate the auxiliary torque according to steering torque with a motor 82 based on this control signal, and the reducer style 84 and the axis of rotation 20 are minded for auxiliary torque. It can transmit to the rack-and-pinion mechanism 75 of the steering system 70, and the steering wheels 79 and 79 on either side can be steered by this rack-and-pinion mechanism 75 and the tie rods 77 and 77 on either side. Therefore, steering wheels 79 and 79 can be steered by the compound torque which added the auxiliary torque of a motor 82 to an operator's steering torque.

[0043] Drawing 5 is the whole electric power-steering equipment (1st example) block diagram concerning this invention, carries out the cross section of the left end section and the right end section, and expresses them. This drawing shows that the rack shaft 76 of electric power-steering equipment 60 was held in the housing 91 prolonged in the cross direction (drawing longitudinal direction) possible [the slide to shaft orientations]. The rack shaft 76 is a shaft which connected tie rods 77 and 77 with the longitudinal direction ends which projected from housing 91 through swivel joints 92 and 92. 93 and 93 are the boots for dust seals.

[0044] Drawing 6 is the 6-6 line cross section of drawing 5 , and shows the longitudinal-section structure of electric power-steering equipment 60. Electric power-steering equipment 60 contains torque detection equipment 10, the axis of rotation 20, the rack-and-pinion mechanism 75, and the reducer style 84 in housing 91, and plugs up up opening of this housing 91 with the up covering section 94. Torque detection equipment 10 is attached in the up covering section 94.

[0045] Housing 91 is equipped with the rack guide 100 while it supports the upper part,

the longitudinal center section, and soffit of the axis of rotation 20 prolonged up and down possible [rotation] through three bearing 95-97 and attaches a motor 82 further.

[0046] The axis of rotation 20 is a pinion shaft which rotates through a universal coupling 73 with a steering wheel 71 as shown in above-mentioned drawing 4 . That is, the axis of rotation 20 forms in the upper-limit section (end section) the spline bond part 25 or the serration bond part 25 connected with a universal coupling 73, and forms a pinion 26 in the soffit section (other end).

[0047] The rack guide 100 applies the guide section 101 to the rack shaft 76 from the opposite side of rack 76a, gives pre-load to rack 76a by pushing by the adjusting bolt 103 through compression spring 102 further, and forces rack 76a on a pinion 26. 104 is a locknut.

[0048] The reducer style 84 is the worm-gearing style which transmits the auxiliary torque generated with the motor 82 to the axis of rotation 20, i.e., a redoubling mechanism. If it states in detail, the reducer style 84 will consist of a worm 85 prepared in the output shaft 83 of a motor 82, and a worm gear 86 (only henceforth "a wheel 86") engaged to worm 85 while combining with the axis of rotation 20. a wheel 86 -- the axis of rotation 20 -- burning -- inserting in -- etc. -- it combines with one substantially For 111, as for the snap ring and 115, oil seal, and 112-114 are [a spacer and 116] O rings among drawing.

[0049] Next, other examples of the electric power-steering equipment carrying torque detection equipment and torque detection equipment are explained. In addition, the same sign is attached about the same composition as the 1st example shown in the above-mentioned drawing 1 -6, and the explanation is omitted.

[0050] Drawing 7 (a) - (f) is manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 2nd example) concerning this invention. The detection equipment 200 of the 2nd example of torque shown in (f) is the magnetostriction formula torque sensor formed the magnetostriction film 201 in the front face of the axis of rotation 20 over the perimeter by the predetermined width of face W, and forms the detecting element 30 which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the magnetostriction film 201 in the circumference of this magnetostriction film 201, processes the detecting signal of a detecting element 30 to it in the output circuit section 40, and it was made to output to it as a torque detecting signal.

[0051] The magnetostriction film 201 consists of a fixed part 21-ed of a couple, and a given thickness Mino deposit prepared among 22. This deposit is a film from which a magnetostriction property changes according to operation torque, and is characterized by giving distortion by twisting the fixed parts 21 and 22-ed of a couple. The magnetostriction film 201 is a film which consists of a large material of change of flux

density to change of distortion, for example, is an alloy film of the nickel-Fe system formed in the peripheral face of the axis of rotation 20 with gaseous-phase plating. The thickness of this alloy film is about 5-20 micrometers. As for the alloy film of a nickel-Fe system, it is desirable to be in the inclination for a magnetostrictive effect to increase, since a magnetostriction constant becomes large when it contains 50% of the weight in general with the case where nickel is included in general 20% of the weight, and to use the material of such nickel content. For example, the material whose remainder is Fe is used as an alloy film of a nickel-Fe system, including nickel 50 to 60% of the weight. In addition, the magnetostriction film 201 may be a film of a permalloy (nickel; about 78 % of the weight, Fe; remainder) or a supermalloy (nickel; 78 % of the weight, Mo; 5 % of the weight, Fe; remainder) that what is necessary is just the film of a ferromagnetic. Here, nickel is [iron and Mo of nickel and Fe] molybdenum.

[0052] As mentioned above, since the magnetostriction film 201 with which distortion was given was formed in the axis of rotation 20, when torque acts on the magnetostriction film 201 through the axis of rotation 20, the permeability of the magnetostriction film 201 can change according to this torque, and the direction of torque and the value of torque can be detected by detecting change of the impedance in the coil 32 shown in above-mentioned drawing 2 at this time in the output circuit section 40.

[0053] Next, the procedure which forms the magnetostriction film 201 with distortion in the axis of rotation 20 of the above-mentioned composition, and attaches a detecting element 30 to it is explained based on drawing 7 (a) - (f). (b) is the b-b line cross section of (a). (a) About the procedure shown in - (c), since it is the same as the procedure shown in above-mentioned drawing 1 (a) - (c), explanation is omitted. However, the torque and torque operation time at the time of twisting the axis of rotation 20 are smaller than the 1st example, and are a grade by which a permanent set does not remain in axis-of-rotation 20 the very thing. That is, the axis of rotation 20 is loosely twisted in an elastic field. This torque is about 3-6 Kgf-m.

[0054] (d) shows the state where the axis of rotation 20 was twisted. In this state, since a twist is in the axis of rotation 20, a reference line SL becomes spiral. next, this state where it twisted -- the peripheral face of the axis of rotation 20 -- and the magnetostriction film 201 which consists of a deposit is formed in the predetermined position between the fixed part 21-ed and 22 by performing plating processing In addition, in order to make easy an understanding of the "torsion state" of the magnetostriction film 201, the reference line SL 1 prolonged in the direction of an axial-length hand on the front face of the magnetostriction film 201 was indicated. In (d), since there is no twist in the magnetostriction film 201, a reference line SL 1 is a straight line of the direction of an axial-length hand.

[0055] Then, except for torque, the torsional-couple state of the axis of rotation 20 is restored, and tools 51 and 52 are removed from the up-and-down fixed parts 21 and 22-ed. In this state, as shown in (e), since there is no twist in the axis of rotation 20, a reference line SL returns to the straight line of the direction of an axial-length hand. Moreover, since a twist is in the magnetostriction film 201, a reference line SL 1 becomes spiral. Thus, distortion can be eternally given to the magnetostriction film 201 as a result by making the magnetostriction film 201 transform eternally, as shown in (e). That is, distortion remains in the magnetostriction film 201 eternally only by returning the twisted axis of rotation 20. Then, torque detection equipment 200 can be obtained by attaching a detecting element 30 to the axis of rotation 20 which formed the magnetostriction film 201 like (f).

[0056] According to the 2nd example, as a result, the torque which twists the axis of rotation 20 is [which gives distortion] only small on the magnetostriction film 201, and lives in it. This torque is a grade which twists the axis of rotation 20 loosely in an elastic field. Like the 1st example of the above, since it is not necessary to input excessive torque into the fixed parts 21 and 22-ed, management of torque is still easier. And since it is the grade which twists the axis of rotation 20 loosely in an elastic field, the facility which inputs torque into the fixed parts 21 and 22-ed can be carried out to easy and lightweight composition.

[0057] Furthermore, since the input torque is small, the fixed parts 21 and 22-ed prepared in the axis of rotation 20 can be made small. That is, the flat side as fixed parts 21 and 22-ed shown in (b) can be made shallow. The torsional rigidity of the axis of rotation 20 can be raised more by making the part and the axis of rotation 20 into a major diameter.

[0058] By in addition, the thing for which tools 51 and 52 are hung on the fixed parts 21 and 22-ed [**], and the axis of rotation 20 is twisted after performing plating processing and forming the magnetostriction film 201 between the fixed part 21-ed and 22 among the ** axes of rotation 20 in the procedure of above-mentioned drawing 7 (a) - (f) **. By making the magnetostriction film 201 deform plastically and giving a predetermined permanent set, you may give distortion eternally to the magnetostriction film 201 as a result.

[0059] Next, the example which carried the torque detection equipment 200 of above-mentioned composition and operation in electric power-steering equipment is explained. Drawing 8 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 2nd example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 6 . The electric power-steering equipment 260 of the 2nd example is characterized by using the axis of rotation 20 which formed the magnetostriction film 201 with which distortion was given. About other composition, it

is the same as that of what is shown in above-mentioned drawing 4 - drawing 6 , and explanation is omitted.

[0060] Drawing 9 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 3rd example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 6 . The electric power-steering equipment 360 carrying the torque detection equipment 300 and the torque detection equipment 300 of the 3rd example While abolishing the fixed parts 21 and 22-ed of (1) couple to the torque detection equipment 10 and the electric power-steering equipment 60 of the 1st example which are shown in above-mentioned drawing 1 - drawing 6 (2) The feature of the spline bond part 25 or the serration bond part 25 of the axis of rotation 20 serving as the role of one fixed part 21-ed, and the pinion 26 of the (3) axis of rotation 20 having served as the role of the fixed part 22-ed of another side is carried out.

[0061] The axis of rotation 20 combines a wheel 86 with a part for the axial-length in-its-hands center section substantially as mentioned above at one. Consequently, the rigidity of the portion which combined the wheel 86 among the axes of rotation 20 is very large. While hanging the tool on the spline bond part 25 or the serration bond part 25, when a tool is hung on a pinion 26, these tools are turned and the axis of rotation 20 is twisted, the axis of rotation 20 is not deformed plastically to homogeneity over the whole direction of an axial-length hand. Plastic deformation generates the axis of rotation 20 in a portion with the almost same cross section (the spline bond part 25 or the serration bond part 25, and the between [of a path] parts for wheel 86 bond part (i.e., the direction)). Therefore, the permanent set section 23 of this 3rd example can also acquire the same magnetostriction property as the 1st example shown in above-mentioned drawing 6 . And it is not necessary to prepare specially the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture to the axis of rotation 20. Therefore, the rigidity of the axis of rotation 20 can be raised more.

[0062] Drawing 10 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 4th example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 8 . The electric power-steering equipment 460 carrying the torque detection equipment 400 and the torque detection equipment 400 of the 4th example While abolishing the fixed parts 21 and 22-ed of (1) couple to the torque detection equipment 200 and the electric power-steering equipment 260 of the 2nd example which are shown in above-mentioned drawing 7 - drawing 8 (2) The feature of the spline bond part 25 or the serration bond part 25 of the axis of rotation 20 serving as the role of one fixed part 21-ed, and the pinion 26 of the (3) axis of rotation 20 having served as the role of the fixed part 22-ed of another side is carried out. In the 4th example, it is not necessary to prepare specially the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture to the axis of rotation 20 like the 3rd example of the above.

Therefore, the rigidity of the axis of rotation 20 can be raised more.

[0063] Drawing 11 (a) - (e) is manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention. The torque detection equipment 500 of the 5th example shown in (e) 2 permanent set sections 525 are formed. the [the 1st permanent set section 524 from which a permanent set is given to the axis of rotation 20, and a magnetostriction property changes according to operation torque, and] -- The detecting element 530 which detects electrically the magnetostrictive effect produced around these 1st-2nd permanent set section 524,525 at the 1st-2nd permanent set section 524,525 is formed. It is the magnetostriction formula torque sensor processes the detecting signal of a detecting element 530 in the output circuit section 540, and it was made to output as a torque detecting signal.

[0064] The fixed part 523-ed [3] is formed in this order. distance with the 5th example fixed to the axis of rotation 20 in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- the [the fixed part 521-ed / 1 / and] -- the [the fixed part 522-ed / 2 / and] -- The 1st permanent set section 524 from which a permanent set is given by twisting the fixed part 521,522-ed [2], and a magnetostriction property changes according to operation torque is formed. the -- the [1 and] -- between the fixed parts 521,522-ed [2] -- the -- the [1 and] -- the -- the [2 and] -- between the fixed parts 522,523-ed [3] -- the -- the [2 and] -- the fixed part 522,523-ed [3] -- the -- the [1 and] -- it is characterized by forming the 2nd permanent set section 525 from which a permanent set is given by twisting to an opposite direction, and a magnetostriction property changes according to operation torque in the fixed part 521,522-ed [2] The direction of the permanent set of the 2nd permanent set section 525 is a retrose to the direction of the permanent set of the 1st permanent set section 524.

[0065] A detecting element 530 is formed so that the 1st-2nd permanent set section 524,525 of the axis of rotation 20 may be surrounded. the [1st multilayer solenoidal-coil 532A wound around the tubed coil bobbin 531 and the tubed coil bobbin 531 to which the detecting element 530 let the axis of rotation 20 pass when stated in detail, and] -- 2 multilayer solenoidal-coil 532B and the back yoke 533 for magnetic shielding surrounding the circumference of the 1st-2nd multilayer solenoidal coils 532A and 532B -- since -- it becomes Hereafter, the thing of 1st multilayer solenoidal-coil 532A is called "1st coil 532A", and the thing of 2nd multilayer solenoidal-coil 532B is called "2nd coil 532B."

[0066] 1st coil 532A has a minute opening from the peripheral face of the axis of rotation 20, it is arranging in the magnetic circuit of the axis of rotation 20, and an impedance changes according to change of permeability when torque acts on the 1st permanent set section 524. 2nd coil 532B has a minute opening from the peripheral face of the axis of

rotation 20, it is arranging in the magnetic circuit of the axis of rotation 20, and an impedance changes according to change of permeability when torque acts on the 2nd permanent set section 525.

[0067] Next, the procedure which forms the 1st-2nd permanent set section 524,525 in the axis of rotation 20, and attaches a detecting element 530 to it is explained based on drawing 11 (a) - (e). (b) is the b-b line cross section of (a). (a) and it is shown in (b) -- as -- the [of a couple] -- the [1 and] -- the [2 and] -- the fixed parts 521-523-ed [3] formed the peripheral face of the axis of rotation 20 by 2 beveling or beveling four times -- it is the flat side of a couple at least for forming the 1st-2nd permanent set section 524,525 in the axis of rotation 20 -- the [of the upper and lower sides] -- the [1 and] -- the [2 and] -- it is that hang tools 551-553 on the fixed parts 521-523-ed [3], and only a predetermined angle twists the axis of rotation 20, and a predetermined permanent set is given

[0068] for example, -- first -- (a) -- setting -- each up-and-down ***** 521-523 -- the tools 551-553 of the letter of 2 division (the shape of a half-rate) -- guessing -- a bolt 554 -- it attaches in ... A tool 551 is the disk-like member which combined the tool half objects 551A and 551B on either side. A tool 552 is the disk-like member which combined the tool half objects 552A and 552B on either side. A tool 553 is the disk-like member which combined the tool half objects 553A and 553B on either side.

[0069] Next, while fixing the up-and-down tool 551,553 in (c), the central tool 552 is twisted, or by twisting mutually the up-and-down tool 551,553 and the central tool 552 to an opposite direction, add excessive torque predetermined time, the axis of rotation 20 is made to deform plastically, and a permanent set is given. The torque added to the central tool 552 at this time is about 60-80 Kgf-m. The torque added to the up-and-down tool 551,553 is about 30-40 Kgf-m.

[0070] Except for torque, tools 551-553 are removed from each ***** 521-523 after that. thus, (d) -- like -- the [among the axes of rotation 20] -- the [1 and] -- the [between the fixed parts 521,522-ed / 2 / and] -- the [2 and] -- a permanent set can be given between the fixed parts 522,523-ed [3] The portion to which the permanent set was given among the axes of rotation 20 reaches 1st permanent set section 524, and serves as the 2nd permanent set section 525. this state -- the -- since a twist of an opposite direction is in the direction of an axial-length hand of the axis of rotation 20 mutually bordering on the fixed part 522-ed [2], a reference line SL becomes spiral [a vertical retrose] Then, torque detection equipment 500 can be obtained by attaching a detecting element 530 to the axis of rotation 20 which formed the 1st-2nd permanent set section 524,525, as shown in (e).

[0071] Drawing 12 is the circuit diagram of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention. The output circuit section 540 of the torque

detection equipment of the 5th example consists of combination of 2 sets of circuit sections (the 1st circuit section 540A and 2 circuit sections 540B), and amplifier 546. 1st circuit section 540A 1st coil 532A and resistance 541A of resistance regularity to series circuit 542A which carried out the series connection Impress alternating voltage from alternating-voltage source-of-supply 543A, change change of the impedance of 1st coil 532A into alternating voltage, and it takes out as the 1st detecting signal of a detecting element 530. After rectifying the detecting signal of this alternating voltage by diode 544A, it changes into the detecting signal of direct current voltage with few noises by low pass filter 545A, and is made to output the detecting signal of this direct current voltage to amplifier 546.

[0072] 2nd circuit section 540B is the same circuitry as the above-mentioned 1st circuit section 540A. To series circuit 542B which carried out the series connection, 2nd coil 532B and resistance 541B of resistance regularity Impress alternating voltage from alternating-voltage source-of-supply 543B, change change of the impedance of 2nd coil 532B into alternating voltage, and it takes out as the 2nd detecting signal of a detecting element 530. After rectifying the detecting signal of this alternating voltage by diode 544B, it changes into the detecting signal of direct current voltage with few noises by low pass filter 545B, and is made to output the detecting signal of this direct current voltage to amplifier 546.

[0073] Amplifier 546 circuit [1st] section 540A Reaches, and amplifies the difference of each detecting signal from 2nd circuit section 540B (differential amplifier), and it is made to output it from an output terminal 547 as a torque detecting signal.

[0074] In addition, the circuit which connected Diodes 544A and 544B to series circuits 542A and 542B is a rectifier circuit. Low pass filters 545A and 545B are smoothing circuits which consist of resistance 548 and a capacitor 549.

[0075] Drawing 13 (a) - (c) is the magnetostriction property view of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention, it shows change of Torque T which acts on the axis of rotation at a horizontal axis, shows change of the impedance of a coil to a vertical axis, and corresponds to above-mentioned drawing 3 . The magnetostriction property view in which (a) shows the 1st magnetostriction characteristic curve SP 1, the magnetostriction property view in which (b) shows the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2, and (c) are the magnetostriction property views which compounded the above (a) and (b).

[0076] The 1st magnetostriction characteristic curve SP 1 is a characteristic curve corresponding to 1st coil 532A, and is the same curve as the magnetostriction characteristic curve SP shown in above-mentioned drawing 3 . It is a torque zero by twisting the axis of rotation 20 for the torque zero T1 of the axis of rotation 20 adopted as torque detection equipment, and giving a permanent set. - As a result of shifting to

T2 (torque $T \neq 0$), the 1st magnetostriction characteristic curve SP 1 is a torque zero. - A property on either side has an unsymmetrical property to the vertical line which passes along T2. That is, the torque operation start point was moved.

[0077] Moreover, the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2 is a characteristic curve corresponding to 2nd coil 532B, and as shown in (c), it is a curve which has to the vertical line which passes along the torque zero T2, the 1st property magnetostriction characteristic curve SP 1 and symmetrical, i.e., reverse property. As by twisting the axis of rotation 20 for the torque zero T1 of the axis of rotation 20 adopted as torque detection equipment to an opposite direction, and giving a permanent set shows to (b), as a result of shifting at the torque zero T2 (torque $T \neq 0$), the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2 has a property with an unsymmetrical property on either side to the vertical line which passes along the torque zero T2. That is, the torque operation start point was moved.

[0078] Therefore, as shown in (c), it is a torque zero among the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2. - The size of the absolute value of an impedance shows the direction and size of torque by using the ranges A1 and A2 of the right-and-left regularity on the basis of T2 and T2.

[0079] And the 5th example detects respectively change of the permeability produced in the 1st-2nd permanent set section 524,525 which has a reverse magnetostriction property mutually by two of the 1st-2nd coils 532A and 532B, and it carries out the differential amplifier of these detecting signals, and it is made to output them as a torque detecting signal with amplifier 546. Corresponding to the temperature change of an external environment, the 1st magnetostriction characteristic curve SP 1 and the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2 change similarly. For example, in the case of a temperature rise, as a dashed line shows, it changes. Therefore, if the differential amplifier of each detecting signal according to the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2 is carried out with amplifier 546 and an output is taken out, the value of the difference in a certain torque T will not change, when there is a temperature change. Therefore, the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized can be acquired, and the more excellent torque detecting signal which does not change to change of environmental temperature can be obtained.

[0080] Torque zero whose the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2 is furthermore the criteria of detection in the 5th example - Since it has the symmetrical property to the vertical line which passes along T2 and T2, troubleshooting of torque detection equipment 500 can be carried out by comparing two magnetostriction properties. For example, it can be judged that torque detection equipment 500 is out of order one half of the values adding each detection value

according to the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2 when this value and a greatly different value are acquired, since it was fixed.

[0081] It once returns to drawing 12 here, and explanation is continued. While detecting the magnetostrictive effect produced in the 1st permanent set section 524 by using the axis of rotation 20 to which the permanent set was given as mentioned above in 1st coil 532A, the direction and size of torque which act on the axis of rotation 20 are detectable by detecting the magnetostrictive effect produced in the 2nd permanent set section 525 in 2nd coil 532B. That is, according to the torque which acts on the axis of rotation 20, the permeability of the 1st-2nd permanent set section 524,525 can change, and the direction of torque and the value of torque can be detected by detecting change of the impedance in the 1st-2nd coil 532A and 532B at this time in the output circuit section 540.

[0082] Drawing 14 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 5th example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 6 . The electric power-steering equipment 560 of the 5th example is characterized by carrying the torque detection equipment 500 shown in above-mentioned drawing 11 - drawing 13 . About other composition, it is the same as that of what is shown in above-mentioned drawing 4 - drawing 6 , and explanation is omitted.

[0083] Drawing 15 (a) - (f) is manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 6th example) concerning this invention. The torque detection equipment 600 of the 6th example shown in (f) Reach the front face of the axis of rotation 20 1st magnetostriction film 601, and the 2nd magnetostriction film 602 is formed in it over a perimeter by the predetermined width of face W. The detecting element 530 which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 around these 1st-2nd magnetostriction film 601,602 is formed. It is the magnetostriction formula torque sensor processes the detecting signal of a detecting element 530 in the output circuit section 540, and it was made to output as a torque detecting signal.

[0084] distance with the 6th example fixed to the axis of rotation 20 in the direction of an axial-length hand -- having -- the -- the [the fixed part 521-ed / 1 / and] -- the [the fixed part 522-ed / 2 / and] -- the fixed part 533-ed [3] -- this order -- preparing -- the -- the [1 and] -- between the fixed parts 521,522-ed -- the 1st magnetostriction film 601 -- preparing -- the -- the -- it is characterized by forming the 2nd magnetostriction film 602 between the fixed parts 522,523-ed the film from which, as for the 1st magnetostriction film 601, a magnetostriction property changes according to operation torque -- it is -- the -- the [1 and] -- distortion is given by twisting the fixed part 521,522-ed [2] the film from which, as for the 2nd magnetostriction film 602, a magnetostriction property

changes according to operation torque -- it is -- the -- the [2 and] -- the fixed part 522,523-ed [3] -- the -- the [1 and] -- distortion is given by twisting to an opposite direction in the fixed part 521,522-ed [2]

[0085] These 1st-2nd magnetostriction film 601,602 is a film which consists of a large material of change of flux density to change of distortion, and is the same material as the magnetostriction film 201 of the 2nd example shown in above-mentioned drawing 7 , and consists of the same given thickness Mino deposit.

[0086] As mentioned above, since the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 with which distortion was given was formed in the axis of rotation 20 When torque acts on the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 through the axis of rotation 20 Change of the impedance in the 1st-2nd coil 532A and 532B which the permeability of the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 changes according to this torque, and is shown in above-mentioned drawing 12 at this time by detecting in the output circuit section 540 The direction of torque and the value of torque are detectable.

[0087] Next, the procedure which forms the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 with distortion in the axis of rotation 20 of the above-mentioned composition, and attaches a detecting element 530 to it is explained based on drawing 15 (a) - (f). (b) is the b-b line cross section of (a). (a) About the procedure shown in - (c), since it is the same as the procedure shown in above-mentioned drawing 11 (a) - (c), explanation is omitted. However, the torque and torque operation time at the time of twisting the axis of rotation 20 are smaller than the 5th example, and are a grade by which a permanent set does not remain in axis-of-rotation 20 the very thing. The torque added to the central tool 552 at this time is about 6-12 Kgf-m. The torque added to the up-and-down tool 551,553 is about 3-6 Kgf-m.

[0088] (d) shows the state where the axis of rotation 20 was twisted. this state -- the -- since a twist of an opposite direction is in the direction of an axial-length hand of the axis of rotation 20 mutually bordering on the fixed part 522-ed [2], a reference line SL becomes spiral [a vertical retrose] next, this state where it twisted -- the peripheral face of the axis of rotation 20 -- the [and] -- the [1 and] -- the [between the fixed parts 521,522-ed / 2 / and] -- the [2 and] -- the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 which consists of a deposit is formed in the predetermined position between the fixed parts 522,523-ed [3] by performing plating processing In addition, in order to make easy an understanding of the "torsion state" of the 1st-2nd magnetostriction film 601,602, the reference lines SL01 and SL02 prolonged in the direction of an axial-length hand on the front face of the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 were indicated. In (d), since there is no twist in the 1st-2nd magnetostriction film 601,602, reference lines SL01 and SL02 are straight lines of the direction of an axial-length hand.

[0089] Then, except for torque, the torsional-couple state of the axis of rotation 20 is

restored, and tools 551-553 are removed from each up-and-down ***** 521-523. In this state, as shown in (e), since there is no twist in the axis of rotation 20, a reference line SL returns to the straight line of the direction of an axial-length hand. Moreover, since a twist is in the 1st-2nd magnetostriction film 601,602, reference lines SL01 and SL02 become spiral. Thus, distortion can be eternally given to the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 as a result by making the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 transform eternally, as shown in (e). That is, distortion remains in the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 eternally only by returning the twisted axis of rotation 20. Then, torque detection equipment 600 can be obtained by attaching a detecting element 530 to the axis of rotation 20 which formed the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 like (f).

[0090] Plating processing is performed between the fixed parts 522,523-ed [3]. in addition, the procedure of above-mentioned drawing 15 (a) - (f) -- setting -- the [among the ** axes of rotation 20] -- the [1 and] -- the [between the fixed parts 521,522-ed / 2 / and] -- the [2 and] -- By hanging tools 551-553 on ** each ***** 521-523, and twisting the axis of rotation 20, after forming the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 ** By making the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 deform plastically, and giving a predetermined permanent set, you may give distortion eternally to the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 as a result.

[0091] Next, the example which carried the torque detection equipment 600 of above-mentioned composition and operation in electric power-steering equipment is explained. Drawing 16 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 6th example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 6 . The electric power-steering equipment 660 of the 6th example is characterized by using the axis of rotation 20 which formed the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 with which distortion was given. About other composition, it is the same as that of what is shown in above-mentioned drawing 14 , and explanation is omitted.

[0092] Drawing 17 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 7th example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 14 . The electric power-steering equipment 760 carrying the torque detection equipment 700 and the torque detection equipment 700 of the 7th example the torque detection equipment 500 and the electric power-steering equipment 560 of the 5th example which are shown in above-mentioned drawing 11 - drawing 14 -- receiving -- the [(1)] -- the [the fixed part 521-ed / 1 / and], while abolishing the fixed part 523-ed [3] (2) -- the spline bond part 25 or the serration bond part 25 of the axis of rotation 20 -- the -- the role of the fixed part 521-ed [1] -- serving -- the pinion 26 of the (3) axis of rotation 20 -- the -- the feature of having served as the role of the fixed part

523-ed [3] is carried out

[0093] The axis of rotation 20 combines a wheel 86 with a part for the axial-length in-its-hands center section substantially as mentioned above at one. Consequently, the rigidity of the portion which combined the wheel 86 among the axes of rotation 20 is very large. while hanging a tool on the spline bond part 25 or the serration bond part 25 -- the [a pinion 26 and] -- when a tool is hung on the fixed part 522-ed [2], these tools are turned and the axis of rotation 20 is twisted, the axis of rotation 20 is not deformed plastically to homogeneity over the whole direction of an axial-length hand namely, the axis of rotation 20 -- the [the spline bond part 25 or the serration bond part 25, and] -- the [between the fixed parts 522-ed / 2 / and] -- plastic deformation occurs in a portion with the almost same cross section of the between [parts for fixed part 522-ed / 2 / and wheel 86 bond part (i.e., the direction)] of a path Therefore, the 1st-2nd permanent set section 524,525 of this 7th example can also acquire the same magnetostriction property as the 5th example shown in above-mentioned drawing 14 . And the number of the fixed parts-ed for hanging and twisting a tool and a fixture to the axis of rotation 20 is one sufficient. Therefore, the rigidity of the axis of rotation 20 can be raised more.

[0094] Drawing 18 is drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (octavus example) concerning this invention, and is drawing corresponding to above-mentioned drawing 16 . The electric power-steering equipment 860 carrying the torque detection equipment 800 and the torque detection equipment 800 of an octavus example the torque detection equipment 600 and the electric power-steering equipment 660 of the 6th example which are shown in above-mentioned drawing 15 - drawing 16 -- receiving -- the [(1)] -- the [the fixed part 521-ed / 1 / and], while abolishing the fixed part 523-ed [3] (2) -- the spline bond part 25 or the serration bond part 25 of the axis of rotation 20 -- the -- the role of the fixed part 521-ed [1] -- serving -- the pinion 26 of the (3) axis of rotation 20 -- the -- the feature of having served as the role of the fixed part 523-ed [3] is carried out Also in an octavus example, the number of the fixed parts-ed for hanging and twisting a tool and a fixture to the axis of rotation 20 is one sufficient like the 7th example of the above. Therefore, the rigidity of the axis of rotation 20 can be raised more.

[0095] By the way, about the 7th example shown in the 5th example shown in above-mentioned drawing 11 - drawing 14 , and drawing 17 , while making in agreement the direction of the permanent set of the 2nd permanent set section 525 to the direction of the permanent set of the ** 1st permanent set section 524, you may set up to the amount of distortion of the ** 1st permanent set section 524, so that the amount of distortion of the 2nd permanent set section 525 may be differed. Moreover, about the octavus example shown in the 6th example shown in above-mentioned drawing 15 - drawing 16 , and drawing 18 , while making in agreement the direction

[film / 2nd magnetostriction / 602] of distortion to the direction / film / ** 1st magnetostriction / 601] of distortion, you may set up to the amount of distortion of the ** 1st magnetostriction film 601, so that the amount of distortion of the 2nd magnetostriction film 602 may be differed. Thus, as an example which sets up two distortion in this direction, the 5th example of the above is given and it explains based on above-mentioned drawing 11 - drawing 13 .

[0096] In above-mentioned drawing 11 (c), by twisting the central tool 552 and the lower tool 553 in the same direction, while fixing the upper tool 551, add excessive torque predetermined time, the axis of rotation 20 is made to deform plastically, and a permanent set is given. the [in this case,] -- the [1 and] -- the torque added between the fixed parts 521,522-ed [2] -- receiving -- the -- the [2 and] -- it sets up so that the torque added between the fixed parts 522,523-ed [3] may differ

[0097] If torque is removed after that, while making in agreement the direction of the permanent set of the 2nd permanent set section 525 in the axis of rotation 20 of drawing 11 (d) to the direction of the permanent set of the ** 1st permanent set section 524, it can set up to the amount of distortion of the ** 1st permanent set section 524 so that the amount of distortion of the 2nd permanent set section 525 may be differed (for example, small). In this state, since there is a twist of this direction in the direction of an axial-length hand of the axis of rotation 20 mutually, a reference line SL becomes spiral [the vertical same direction].

[0098] in this case, the circuit diagram of the 5th example shown in above-mentioned drawing 12 -- the [the detecting signal of 1st circuit section 540A, or] -- what is necessary is to input only the detecting signal of 2 circuit sections 540B into amplifier 546, to amplify with amplifier 546, and just to make it the composition outputted as a torque detecting signal

[0099] The magnetostriction property of the 1st-2nd coil 532A and 532B in the modification of this 5th example comes to be shown in the magnetostriction property view of following drawing 19 instead of the magnetostriction property view of above-mentioned drawing 13 . Drawing 19 (a) - (c) is the magnetostriction property view of the torque detection equipment (modification of the 5th example) concerning this invention, it shows change of Torque T which acts on the axis of rotation at a horizontal axis, shows change of the impedance of a coil to a vertical axis, and corresponds to above-mentioned drawing 13 . The magnetostriction property view in which (a) shows the 1st magnetostriction characteristic curve SP 1, the magnetostriction property view in which (b) shows the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2, and (c) are the magnetostriction property views which compounded the above (a) and (b).

[0100] The 1st magnetostriction characteristic curve SP 1 is a characteristic curve corresponding to 1st coil 532A, is the same curve as the 1st magnetostriction

characteristic curve SP 1 shown in above-mentioned drawing 13 , and shifts the torque zero T1 at the torque zero T2. Moreover, although the 2nd magnetostriction characteristic curve SP 2 is a characteristic curve corresponding to 2nd coil 532B and it is the curve which has the same configuration as the 1st magnetostriction characteristic curve SP 1, the torque zero T1 is shifted at the torque zero T3 (torque $T \neq 0$). However, rather than the amount of distortion of the 1st permanent set section 524, since the amount of distortion of the 2nd permanent set section 525 was set up small, the torque zero T3 is between the torque zero T1 and the torque zero T2.

[0101] Therefore, as shown in (c), the size of the absolute value of an impedance shows the direction and size of torque by using the ranges A1 and A2 of the right-and-left regularity on the basis of the torque zeros T2 and T3 among the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2.

[0102] And this modification detects respectively change of the permeability produced in the 1st-2nd permanent set section 524,525 by two of the 1st-2nd coils 532A and 532B as mentioned above, sends only one of these detecting signals to amplifier 546, and amplifies it with amplifier 546, and it is made to output it as a torque detecting signal. In addition, in this modification, troubleshooting of torque detection equipment 500 can be performed by comparing the detection value according to two magnetostriction properties like the 5th example of the above. That is, in this modification, the difference of two detection values according to the 1st and 2nd magnetostriction characteristic curve SP1 and SP2 becomes fixed in the ranges A1 and A2 of right-and-left regularity. Therefore, two detection values are compared, and when a greatly different value from the usual difference is acquired, it can be judged that torque detection equipment 500 is out of order.

[0103] In addition, in the gestalt of the above-mentioned implementation, torque detection equipment is not limited to that with which electric power-steering equipment was equipped, and can be applied to various equipments.

[0104] Moreover, it is changing mutually permeability change (composition) of the 1st-2nd magnetostriction film 601,602, and you may make it acquire the magnetostriction property of a mutually different inclination in the torque detection equipment 800 of the octavus example shown in torque detection equipment 600 and above-mentioned drawing 18 of the 6th example shown in above-mentioned drawing 15 . For example, the 1st-2nd magnetostriction film 601,602 of a deposit with which permeability change differs mutually (composition differs) is formed by performing plating processing, where predetermined torque is added to the axis of rotation 20. As instantiation of mutually different composition, the 1st magnetostriction film 601 is an alloy film of the nickel-Fe system containing 50 % of the weight of nickel, and the 2nd magnetostriction film 602 is an alloy film of the nickel-Fe system containing 50 % of the

weight of nickel.

[0105] The 1st-2nd coil 532A and 532B detects the magnetostriction property of an inclination that the 1st-2nd magnetostriction films 601,602 differ mutually, with the amplifier 546 of above-mentioned drawing 12 , the differential amplifier of these detecting signals can be carried out, and they can be outputted as a torque detecting signal. Also in this case, the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized can be acquired. Moreover, troubleshooting of torque detection equipment 600,800 can be carried out by comparing two magnetostriction properties.

[0106]

[Effect of the Invention] this invention demonstrates the following effect by the above-mentioned composition. Since the claim 1 set as the axis of rotation of torque detection equipment the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion of the axis of rotation is very small, and it ends. Therefore, the delay of the torque transfer time from a torque input side to the torque output side of the axis of rotation in torque detection equipment is cancelable.

[0107] Furthermore, a claim 1 has a fixed distance in the direction of an axial-length hand, and prepares the fixed part-ed of a couple in the axis of rotation. The permanent set section from which a permanent set is given by twisting a fixed part-ed between the fixed parts-ed of these couples, and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. Since the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around this permanent set section at the permanent set section was prepared Although angle of torsion of the axis of rotation is very small, torque is certainly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced in the permanent set section according to torque by the detecting element.

[0108] A claim 1 can prepare the permanent set section which gave the exact permanent set to the axis of rotation between fixed parts-ed among the axes of rotation by hanging and twisting a tool and a fixture to the fixed part-ed of a couple since it has a fixed distance in the direction of an axial-length hand and the fixed part-ed of a couple was prepared in it further again. By giving a permanent set to the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the portion which has the permanent set section can be shifted to the zero before giving a permanent set. Therefore, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are promptly [certainly and] detectable with easy composition by detecting the magnetostrictive effect produced in the permanent set section in a detecting element.

[0109] Since the claim 2 set as the axis of rotation of torque detection equipment the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when

torque acts, its angle of torsion of the axis of rotation is very small, and it ends. Therefore, the delay of the torque transfer time from a torque input side to the torque output side of the axis of rotation in torque detection equipment is cancelable.

[0110] Furthermore, a claim 2 has a fixed distance in the direction of an axial-length hand, and prepares the fixed part-ed of a couple in the axis of rotation. And the magnetostriction film with which distortion was given by consisting of a deposit from which a magnetostriction property changes between the fixed parts-ed of a couple according to operation torque, and twisting the fixed part-ed of a couple is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the axis of rotation -- Torque is certainly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced to it at a magnetostriction film according to torque although angle of torsion of the axis of rotation is very small to it, since the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the magnetostriction film was prepared around this magnetostriction film by the detecting element.

[0111] A claim 2 can prepare the magnetostriction film which gave an exact distortion to the axis of rotation between fixed parts-ed among the axes of rotation by hanging and twisting a tool and a fixture to the fixed part-ed of a couple since it has a fixed distance in the direction of an axial-length hand and the fixed part-ed of a couple was prepared in it further again. By preparing the magnetostriction film which gave distortion in the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of a magnetostriction film can be shifted to the zero before giving distortion. Therefore, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are promptly [certainly and] detectable with easy composition by detecting the magnetostrictive effect produced on the magnetostriction film in a detecting element.

[0112] Furthermore, a claim 2 only has [to which distortion is given to a magnetostriction film] the small torque which twists the axis of rotation, and ends. This torque is a grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field. Since it is not necessary to input excessive torque into a fixed part-ed, management of torque is still easier and can make precision of torque high. And since it is the grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field, the facility which inputs torque into a fixed part-ed can be carried out to easy and lightweight composition. Furthermore, since the input torque is small, the fixed part-ed prepared in the axis of rotation can be made small. The torsional rigidity of the axis of rotation can be raised more by making the part and the axis of rotation into a major diameter.

[0113] Since the claim 3 set the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side as the axis of rotation of the torque detection equipment carried in electric power-steering equipment, when steering torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. For this reason, a time lag does not arise in operation

of a steering wheel to steering of a steering wheel. Therefore, the responsibility of the electric power-steering equipment which is made to generate the auxiliary torque according to steering torque, and is assisted can be raised more. For this reason, steering feeling can be raised more. By decreasing auxiliary torque especially according to the increase in the vehicle speed, even if it is the case where it is made to increase the feeling of a response of a steering wheel, angle of torsion of the axis of rotation is very small, and ends. For this reason, when a steering wheel is steered, the steering angle can be directly transmitted to a steering wheel, and good clever steering of responsibility is attained.

[0114] Furthermore, since the spline bond part or serration bond part of the axis of rotation serves as the role of one fixed part-ed and the pinion of the axis of rotation served as the role of the fixed part-ed of another side, a claim 3 does not need to prepare the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture. Therefore, the rigidity of the axis of rotation can be raised more.

[0115] Since the claim 4 set as the axis of rotation of torque detection equipment the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion of the axis of rotation is very small, and it ends. Therefore, the delay of the torque transfer time from a torque input side to the torque output side of the axis of rotation in torque detection equipment is cancelable.

[0116] the distance in the direction of an axial-length hand to the axis of rotation with a still more fixed claim 4 -- having -- the -- a fixed part-ed [1] -- the -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- a fixed part-ed [3] -- this order -- preparing -- the [these] -- the [1 and] -- between fixed parts-ed [2] The 1st permanent set section from which a permanent set is given by twisting a fixed part-ed [2], and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the -- the [1 and] -- The 2nd permanent set section from which a permanent set which is different from the 1st permanent set section by twisting a fixed part-ed [3] is given, and a magnetostriction property changes according to operation torque is prepared. the -- the [2 and] -- between fixed parts-ed [3] -- the -- the [2 and] -- Since the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced around these 1st-2nd permanent set section at the 1st-2nd permanent set section was prepared Although angle of torsion of the axis of rotation is very small, torque is certainly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced in the 1st-2nd permanent set section according to torque by the detecting element.

[0117] distance with a claim 4 fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand further again -- having -- the -- the [1 and] -- the [2 and], since the fixed part-ed [3] was prepared the -- the [1 and] -- the [2 and] -- twisting the tool hung on the fixed part-ed [3], and a fixture -- the inside of the axis of rotation -- the --

the [1 and] -- the [2 and] -- the 1st-2nd permanent set section which differed mutually and gave the exact permanent set can be prepared between fixed parts-ed [3] . By giving a permanent set to the axis of rotation, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the portion which has the 1st-2nd permanent set section can be shifted to the zero before giving a permanent set. Therefore, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are promptly [certainly and] detectable with easy composition by detecting the magnetostrictive effect produced in the 1st-2nd permanent set section in a detecting element. And the magnetostrictive effect by mutually different magnetostriction property produced in the 1st-2nd permanent set section is detectable in a detecting element. Therefore, troubleshooting of torque detection equipment can be carried out by comparing two different detection values. Moreover, if the difference of two different detection values changes in torque measuring range, by catching the difference of these detecting signals, it can acquire the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized, and can obtain the more excellent torque detecting signal which does not change to change of environmental temperature.

[0118] Since the claim 5 set as the axis of rotation of torque detection equipment the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side, when torque acts, its angle of torsion of the axis of rotation is very small, and it ends. Therefore, the delay of the torque transfer time from a torque input side to the torque output side of the axis of rotation in torque detection equipment is cancelable.

[0119] the distance in the direction of an axial-length hand to the axis of rotation with a still more fixed claim 5 -- having -- the -- a fixed part-ed [1] -- the -- the [a fixed part-ed / 2 / and] -- a fixed part-ed [3] -- this order -- preparing -- the front face of the axis of rotation -- the [and] -- the [1 and] -- between fixed parts-ed [2] The 1st magnetostriction film with which distortion was given by twisting a fixed part-ed [2] is prepared over a perimeter by predetermined width of face. from the deposit from which a magnetostriction property changes according to operation torque -- becoming -- the -- the [1 and] -- The 2nd magnetostriction film with which distortion was given by twisting to an opposite direction with a fixed part-ed [2] is prepared over a perimeter by predetermined width of face. the front face of the axis of rotation -- the [and] -- the [2 and] -- from the deposit from which a magnetostriction property changes between fixed parts-ed [3] according to operation torque -- becoming -- the -- the [2 and] -- a fixed part-ed [3] -- the -- the [1 and] -- around these 1st-2nd magnetostriction film Since the detecting element which detects electrically the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film was prepared, although angle of torsion of the axis of rotation is very small, torque is certainly detectable by detecting the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film according to

torque by the detecting element.

[0120] distance with a claim 5 fixed to the axis of rotation in the direction of an axial-length hand further again -- having -- the -- the [1 and] -- the [2 and], since the fixed part-ed [3] was prepared the -- the [1 and] -- the [2 and] -- twisting the tool hung on the fixed part-ed [3], and a fixture -- the inside of the axis of rotation -- the -- the [1 and] -- the [2 and] -- the 1st-2nd magnetostriction film which differed mutually and gave an exact distortion can be prepared between fixed parts-ed [3] By giving distortion to the 1st-2nd magnetostriction film, the zero of the magnetostriction characteristic curve of the portion which has the 1st-2nd magnetostriction film can be shifted to the zero before giving distortion. Therefore, the direction and size of torque which act on the axis of rotation are promptly [certainly and] detectable with easy composition by detecting the magnetostrictive effect produced on the 1st-2nd magnetostriction film in a detecting element. And the magnetostrictive effect by mutually different magnetostriction property produced on the 1st-2nd magnetostriction film is detectable in a detecting element. Therefore, troubleshooting of torque detection equipment can be carried out by comparing two different detection values. Moreover, if the difference of two different detection values changes in torque measuring range, by catching the difference of these detecting signals, it can acquire the signal property which eliminated the influence of the temperature characteristic and was stabilized, and can obtain the more excellent torque detecting signal which does not change to change of environmental temperature.

[0121] Furthermore, a claim 5 only has [to which distortion is given to the 1st-2nd magnetostriction film] the small torque which twists the axis of rotation, and ends. This torque is a grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field. the -- the [1 and] -- the [2 and] -- since it is not necessary to input excessive torque into a fixed part-ed [3], management of torque is still easier and can make precision of torque high and -- since it is the grade which twists the axis of rotation loosely in an elastic field -- the -- the [1 and] -- the [2 and] -- the facility which inputs torque into a fixed part-ed [3] can be carried out to easy and lightweight composition the [furthermore, / which is prepared in the axis of rotation since the input torque is small] -- the [1 and] -- the [2 and] -- a fixed part-ed [3] can be made small The torsional rigidity of the axis of rotation can be raised more by making the part and the axis of rotation into a major diameter.

[0122] Since the claim 6 set the shaft of one which is not divided into a torque input side and a torque output side as the axis of rotation of the torque detection equipment carried in electric power-steering equipment, when steering torque acts, its angle of torsion is very small, and it ends. For this reason, a time lag does not arise in operation of a steering wheel to steering of a steering wheel. Therefore, the responsibility of the

electric power-steering equipment which is made to generate the auxiliary torque according to steering torque, and is assisted can be raised more. For this reason, steering feeling can be raised more. By decreasing auxiliary torque especially according to the increase in the vehicle speed, even if it is the case where it is made to increase the feeling of a response of a steering wheel, angle of torsion of the axis of rotation is very small, and ends. For this reason, when a steering wheel is steered, the steering angle can be directly transmitted to a steering wheel, and good clever steering of responsibility is attained.

[0123] further -- a claim 6 -- the spline bond part or serration bond part of the axis of rotation -- the -- the role of a fixed part-ed [1] -- serving -- the pinion of the axis of rotation -- the -- as the fixed part-ed for hanging and twisting a tool and a fixture, since it served as the role of a fixed part-ed [3] -- the -- only a fixed part-ed [2] is required Therefore, the rigidity of the axis of rotation can be raised more.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention

[Drawing 2] The circuit diagram of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention

[Drawing 3] The magnetostriction property view of the torque detection equipment (the 1st example) concerning this invention

[Drawing 4] The ** type view of the electric power-steering equipment (the 1st example) concerning this invention

[Drawing 5] The whole electric power-steering equipment (1st example) block diagram concerning this invention

[Drawing 6] The 6-6 line cross section of drawing 5

[Drawing 7] Manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 2nd example) concerning this invention

[Drawing 8] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 2nd example) concerning this invention

[Drawing 9] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 3rd example) concerning this invention

[Drawing 10] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 4th example) concerning this invention

[Drawing 11] Manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention

[Drawing 12] The circuit diagram of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention

[Drawing 13] The magnetostriction property view of the torque detection equipment (the 5th example) concerning this invention

[Drawing 14] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 5th example) concerning this invention

[Drawing 15] Manufacture [a block diagram-cum-] procedure explanatory drawing of the torque detection equipment (the 6th example) concerning this invention

[Drawing 16] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 6th example) concerning this invention

[Drawing 17] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (the 7th example) concerning this invention

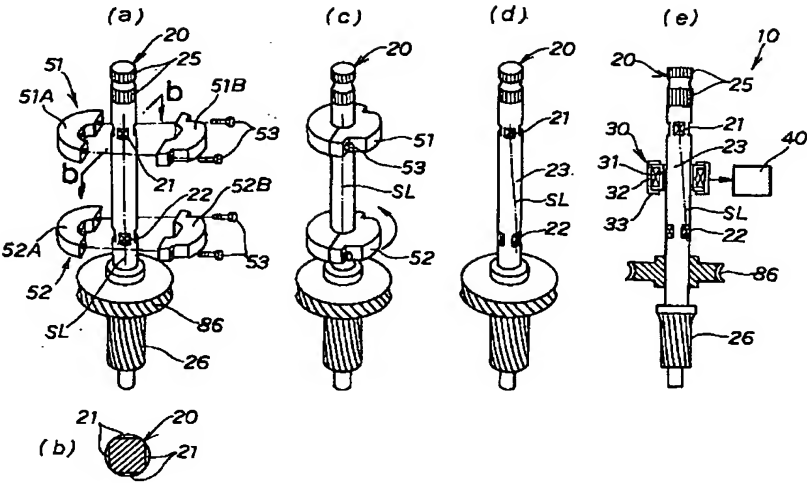
[Drawing 18] Drawing of longitudinal section of the electric power-steering equipment (octavus example) concerning this invention

[Drawing 19] The magnetostriction property view of the torque detection equipment (modification of the 5th example) concerning this invention

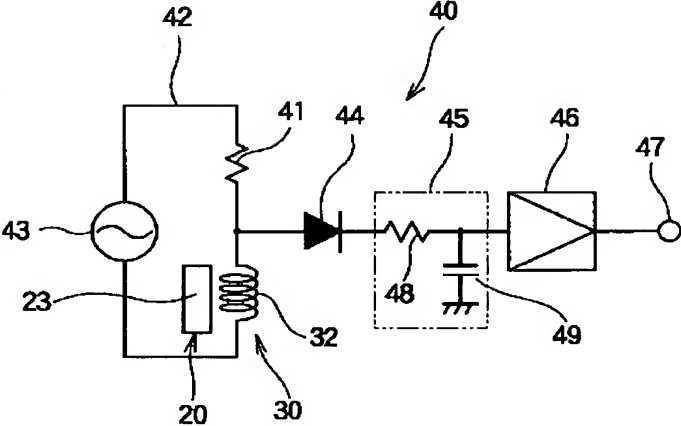
[Description of Notations]

10, 200, 300, 400, 500,600,700,800 -- Torque detection equipment (steering torque sensor), 20 [-- Permanent set section,] -- 21 The axis of rotation (pinion shaft), 22 -- The fixed part-ed of a couple, 23 25 -- A spline bond part or a serration bond part, 26 -- Pinion, 30,530 -- A detecting element, 60, 260, 360, 460, 560,660,760,860 -- Electric power-steering equipment, 70 [-- Universal coupling,] -- A steering system, 71 -- The steering wheel for vehicles, 73 75 -- rack-and-pinion mechanism and 79 -- the [a steering wheel, a 201 -- magnetostriction film, and / 521 --] -- the [a fixed part-ed / 1 / and / 522 --] -- the [a fixed part-ed / 2 / and / 523 --] -- a fixed part-ed [3], the 524 -- 1st permanent set section, and 525 -- the 2nd permanent set section, the 601 -- 1st magnetostriction film, and the 602 -- 2nd magnetostriction film

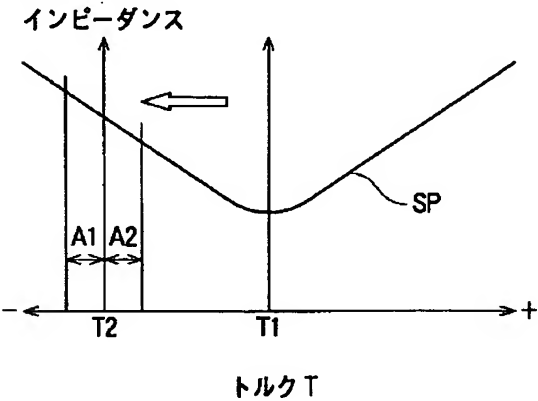
[Drawing 1]



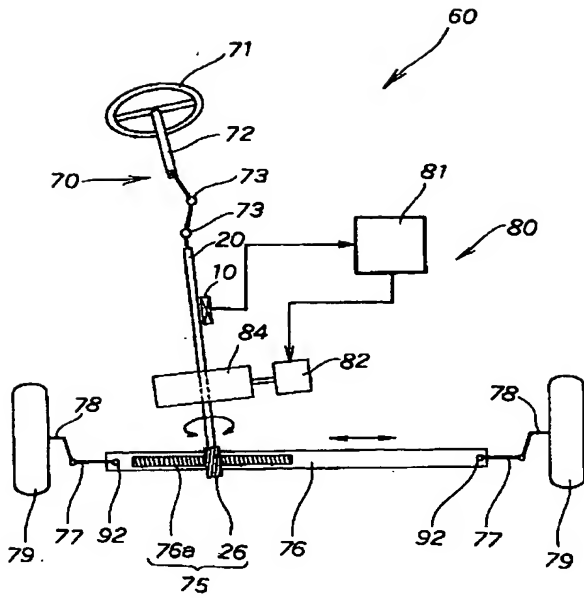
[Drawing 2]



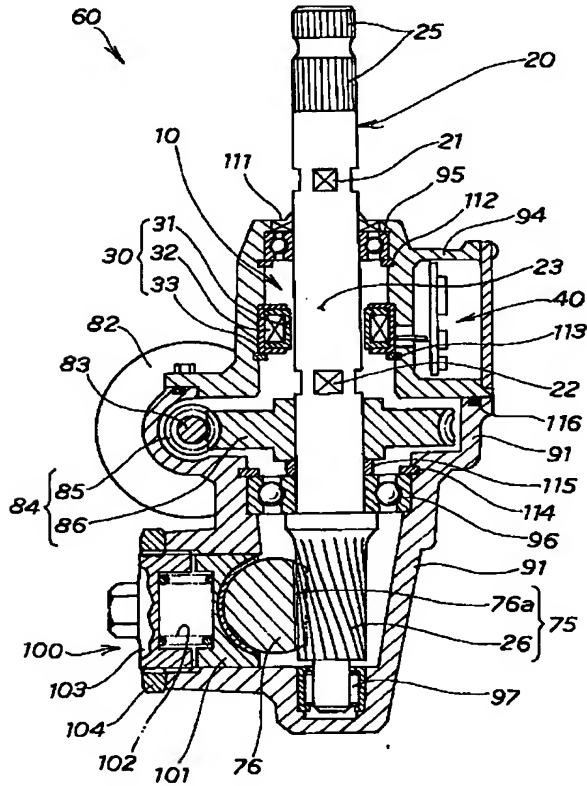
[Drawing 3]

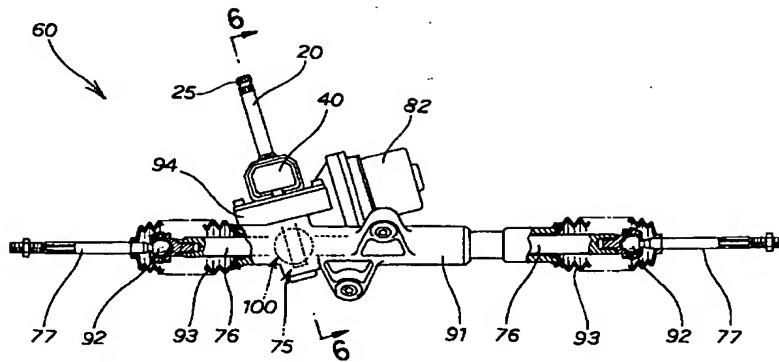
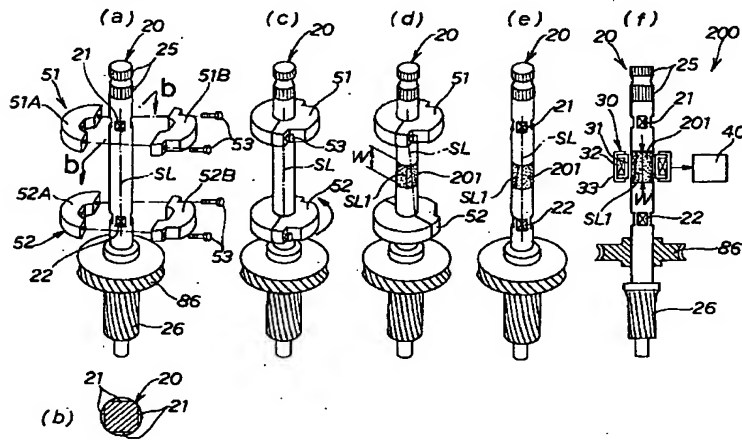
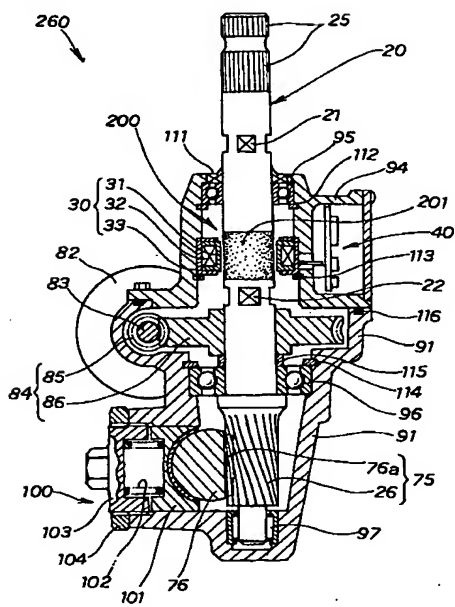


[Drawing 4]

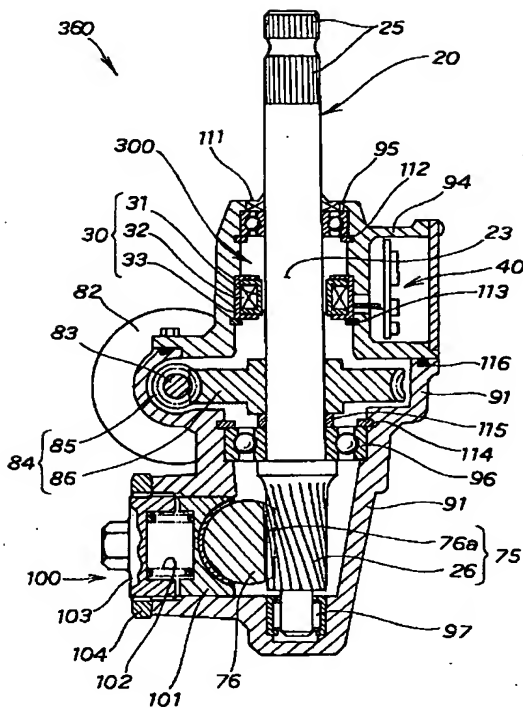


[Drawing 6]

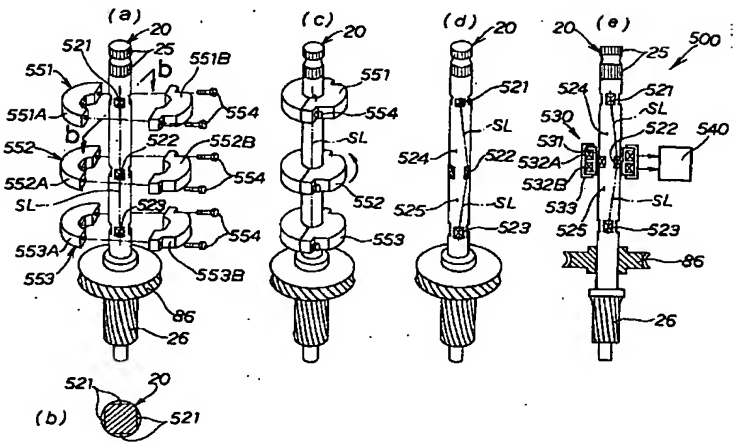


[Drawing 5]**[Drawing 7]****[Drawing 8]**

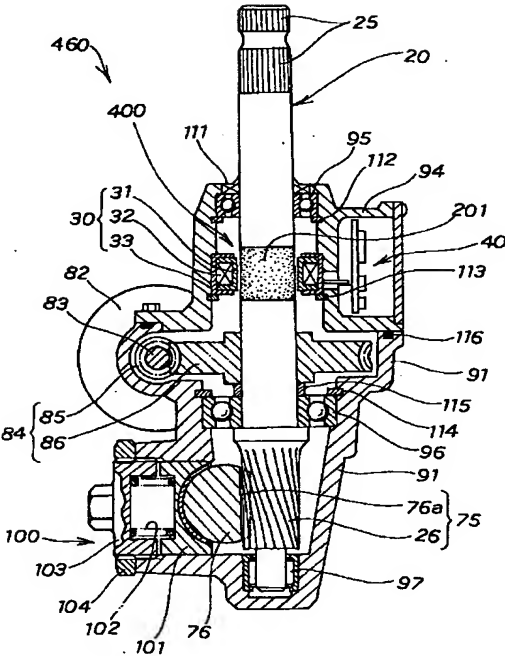
[Drawing 9]



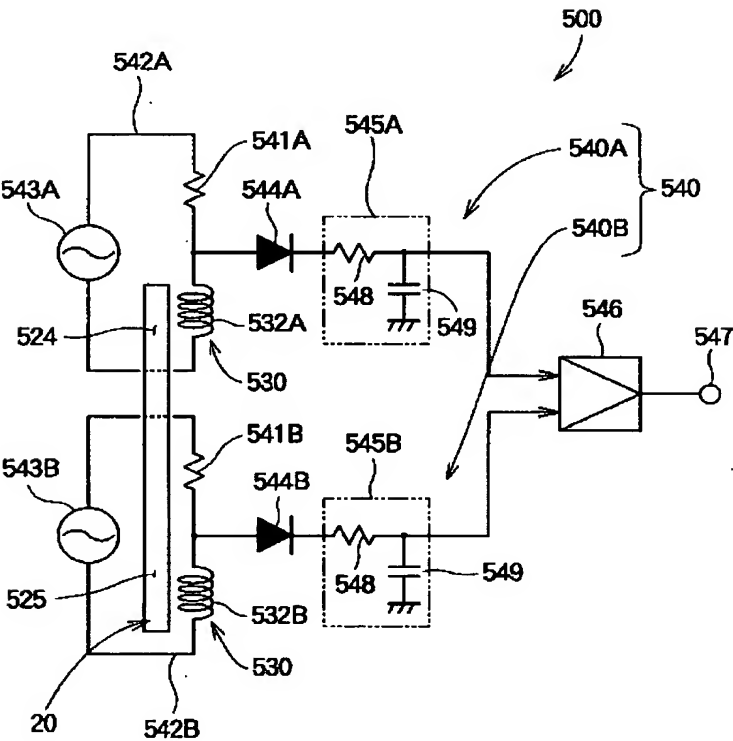
[Drawing 11]



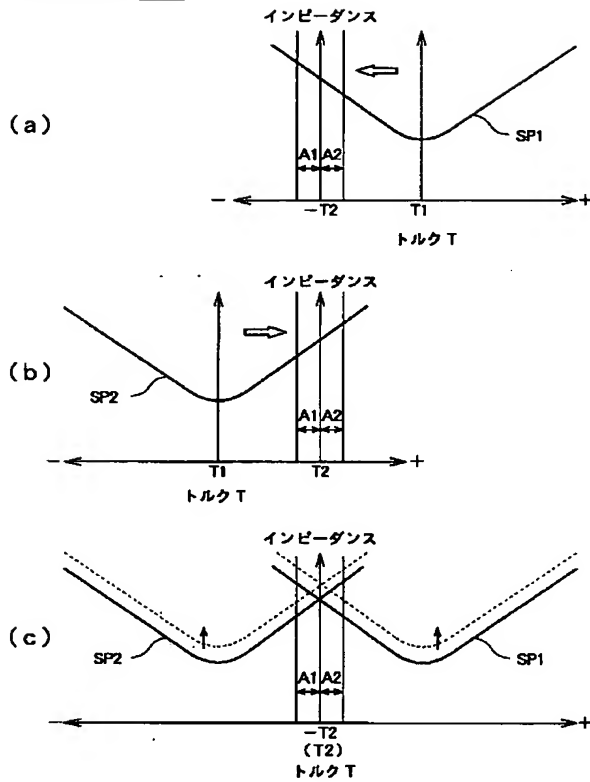
[Drawing 10]



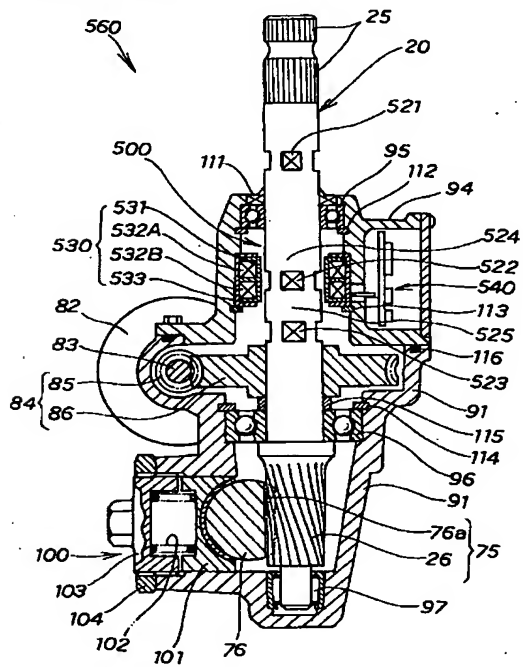
[Drawing 12]

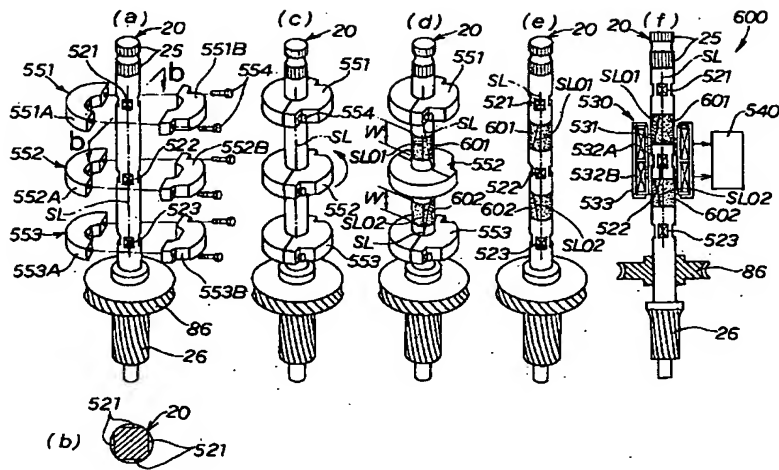
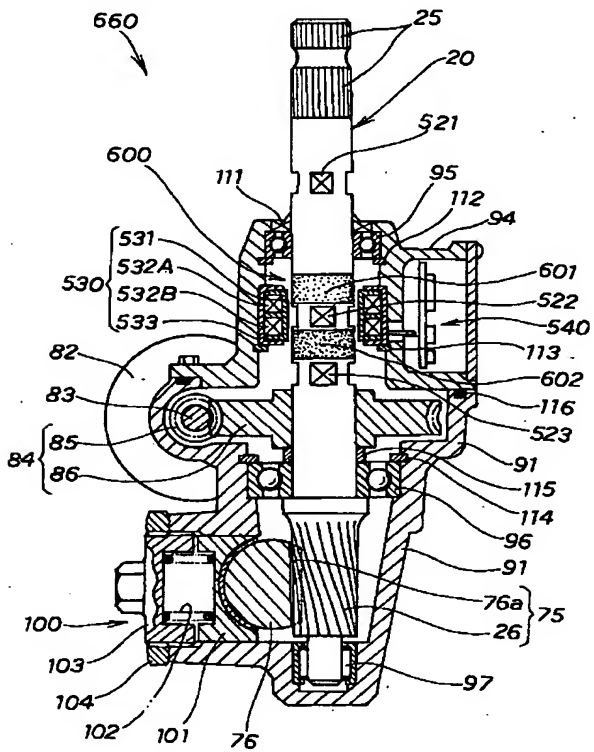


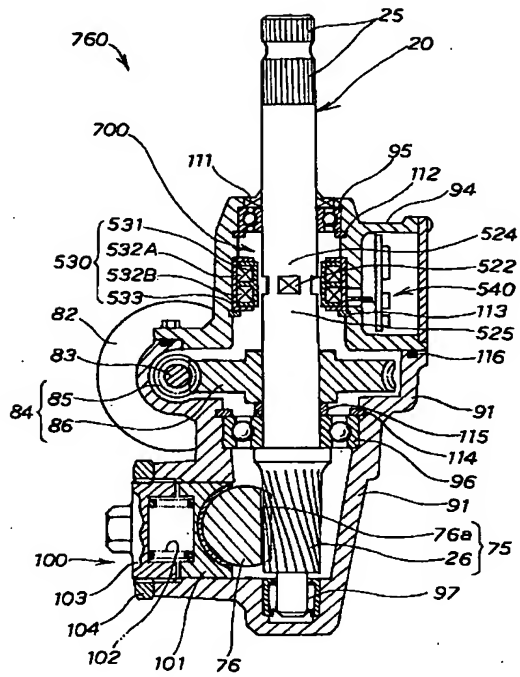
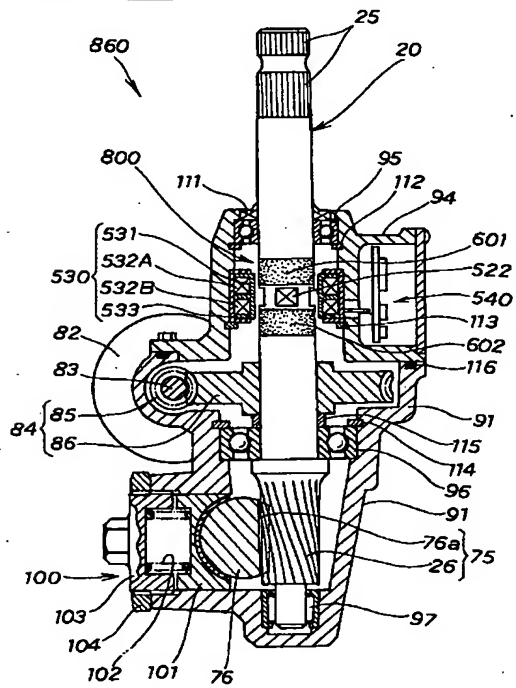
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]**[Drawing 16]**

[Drawing 17][Drawing 18]

[Drawing 19]

